ISSN 1017-0863
DOI：10.30248/TSQBTARI

農業部農業試驗所

技術服務 季刊

2025年9月
第36卷第3期

農業試驗所第十二任所長宣誓就職典禮合照紀念

143
Vol.36 NO.3

應對勞力短缺時代，智慧農業技術如何有效防治稻熱病？
適合新竹縣五峰鄉段木栽培香菇菌種之選育
七字妙用箴言（種田肥水管藥材），夏秋青蔥好種
產品碳足跡盤查常見問題 - 以生鮮水果為例
觀賞植物碳足跡盤查

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute

農業部農業試驗所技術服務季刊

Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Technical Service Quarterly Bulletin. (Tech. Serv. Q. Bull. TARI)

第36卷第3期

中華民國114年9月出版

農業科研創新與加值的領航者
產業全方位技術方案的提供者

封面説明：本所於7月16日於本所行政大樓大禮堂舉行第12任所長王仕賢博士就職及宣誓典禮，會後全體參與及觀禮貴賓共同合影紀念(詳見本期第36頁)。
◎圖/文 人事室 產服中心

農業部農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/農業部農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：王仕賢
總 編 輯：陳淑佩、呂椿棠
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：04-23302301~5
農民服務專線：04-23317456
技術服務季刊電子書：■本所學術典藏系統
■HyRead電子書平台
政府出版品展售門市：
■國家書店松江門市：台北市中山區松江路209號1樓
電話：(02)2518-0207
■五南文化廣場台中總店：台中市西區台灣大道二段85號
電話：(04)2226-0330
■五南政府出版品物流中心：台中市北屯區軍福七路600號
電話：(04)2437-8010
政府出版品網路門市：
國家書店網路書店：https://www.govbooks.com.tw
五南文化廣場網路書店：https://www.wunanbooks.com.tw

版權所有、轉載須經本所同意

定　　價：NT 50 元
GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　　NT$50
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號　04-22932036

目錄 Contents

智慧農業

■應對勞力短缺時代，智慧農業技術如何有效防治稻熱病？
賴明信　黃玉舜　陳繹年 1

植物病理

■適合新竹縣五峰鄉段木栽培香菇菌種之選育
余祥萱　呂昀陞 6

■七字妙用箴言（種田肥水管藥材），夏秋青蔥好種
黃晋興　林玫珠 11

淨零排放

■農產品碳足跡盤查常見問題-以生鮮水果為例
江秀娥　黃家康　林士豪 16

■觀賞植物碳足跡盤查
吳容儀　黃家康 21

機能產品

■臺灣植物性飲食的未來趨勢：消費者調查與產品開發探索
劉威廷　莊凱恩 27

出國報告

■哥斯大黎加鳳梨產業參訪心得
官青杉　李柔誼 31

新聞訊息

■農試所研發加速健康種薑技術 與農民共創新「薑」來
游舜期　陳述 35

■農研領航 續創新猷 農業部技監王仕賢博士接任農業試驗所所長
人事室 產服中心 36

■農業部花卉創新園區研究發展中心揭牌成立 國內首創以研發帶動產業升級，強化臺灣花卉國際競爭力
農業部花創中心 37

農試所官網　　農試所學術典藏　　農試所臉書粉絲團

應對勞力短缺時代，智慧農業技術如何有效防治稻熱病？

農試所作物組 賴明信 黃玉舜　植病組 陳繹年

一、前言

稻米是世界上三大糧食之一，也是國人以及亞洲地區人民的主要糧食。在稻米的生產過程中，需要面對氣候變遷衝擊與病蟲害挑戰。在病害方面，稻熱病是最主要發生的病害之一，嚴重發生時至少損失10%以上的產量，在臺灣第一期作水稻，發生稻熱病的面積幾乎占總栽種面積的10%以上。因此，如何即早發現並及時防治，降低病害發生風險是水稻產業發展的重要課題。

二、什麼是稻熱病

稻熱病是由 *Pyricularia oryzae* 所引起的真菌性病害，可能發生在水稻的各個生育時期或是各部位，以本田期的葉稻熱病為例，其病斑為圓形或紡錘型，順著葉脈方向發展（圖一左）。當病斑呈現灰色時屬於活性很強的狀態，在使用農藥防治控制後，病斑不再擴大，灰色病斑則轉為白色。

稻熱病的發生須滿足三要素：病原、宿主、環境，缺一要素則不會發生病害，這三要素稱為病害三角（圖一右）。以臺灣第一期作發生稻熱病而言，通常好發的時間點在清明節前後，其病害三角分別是病原 *Pyricularia oryzae* 感染宿主水稻，且清明節前後通常雨水較充足，田間環境偏溫暖潮濕適合稻熱病的發展。當這三個條件達成時，在 7 至 10 天後可在葉片上發現稻熱病病斑。

田間判斷有沒有葉稻熱病，傳統方式是以人力進入田區調查植株健康狀況，此方法需依賴長年的栽培經驗來判斷葉片的病斑。對於青農或是剛加入水稻生產的農民們，由於缺乏經驗，在病徵判斷上略顯不足。且由於是透過人為調查，在農業嚴重缺工，能調查的面積有限，不適合在大面積栽培的情況下進行調查。

既然人力沒辦法解決，那有沒有其他方式可以達成相同的目的，並可以更有效率地完成呢？傳統是以人眼辨別，那有沒有機會使用設備代替眼睛來看植株生長狀況呢？答案是有的！透過科技的力量，使用無人機搭載多光譜鏡頭在田間上空進行拍照，用無人機代替人行

作　　者：賴明信研究員
連絡電話：04-23317103

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0001

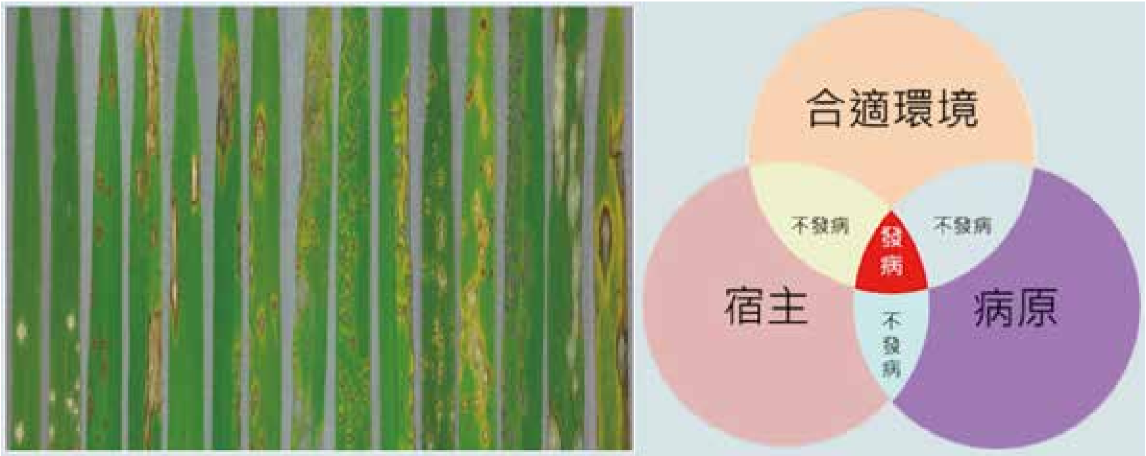
走，用鏡頭代替眼睛觀察田區，可以收集到眼睛看不見的波段資訊，本文介紹葉稻熱病警示技術判別植株狀態，以及稻熱病預警地圖監測環境條件，將兩者結合後，能如同人腦般判斷稻熱病發生的風險。

三、利用智農技術輕鬆防治稻熱病

每一種物質都有其特殊的反射光譜，好比綠色植物的葉子為什麼是綠色的？是因為葉子反射了大部分的綠光讓眼睛接收到。除了知道物體的顏色外，健康植株、不健康植株與土壤對於不同波長的光，也就是對於不同顏色的光的反射率不同，使得每種物質的反射光譜是不一樣的，透過這種特性區別物體的種類。那為什麼一樣是植物，健康與不健康的反射光譜會不一樣呢？這是因為不同的狀態下，植株對於光的反射率會有所不同。健康植株的葉片反射紅外光與綠光的反射率較大；當植物受到逆境後，葉片對於紅外光的反射率會下降；當葉片死亡後紅外光與綠光的反射率也會再度下降（圖二）。

因此，透過這項光學特性來尋找健康植株與發病植株兩者在光譜上的差異。科學家們也基於這個原理發展出植生指數用以辨別影像上的物體屬於什麼類型、監測植株生長情形、預估產量等。農試所利用無人機搭載多光譜鏡頭，其中包含紅光、綠光、藍光、紅光邊緣、近紅外光等五個波段，在不同時間點蒐集光譜資訊後，對影像資料進行拼接處理與光譜分析並計算各項植生指數，透過光譜資料計算植生指數，配合地面資料的調查結果，在植生指數VI-1中找到了兩者之間的差異。

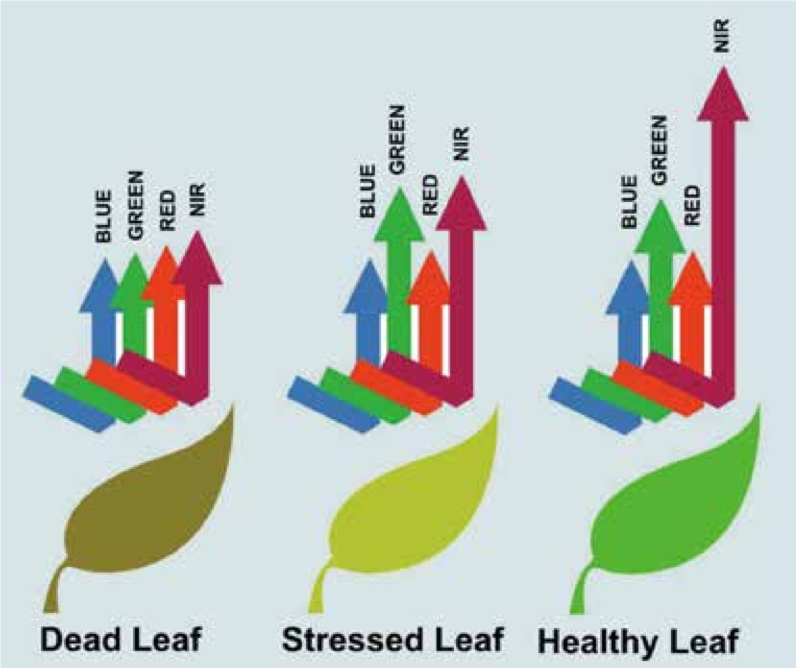
圖三為計算植生指數VI-1的結果，配合地面實際調查發病狀況，確認在插秧後第42天在田區發現葉稻熱病病斑。發病的植株經VI-1計算後與健康植株的VI-1值相比有較高的數值，顯示兩者間健康植株的光譜與發病植株確實在光譜上存在差異，且這個差異可從發病前7天



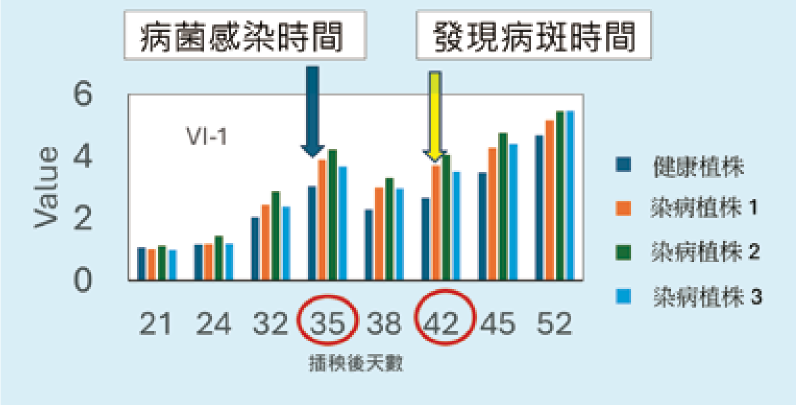
圖一、葉稻熱病病斑（左）與病害三角關係圖（右）。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0001

被觀察到，此時田區內尚未發現稻熱病病斑，也顯示透過光譜可以比肉眼在更早的時間發現健康植株與有問題的植株間的差異，因此可以利用此差異進而用光譜建構模式預測哪些水稻植株可能會發病。將這些模式認為可能會發病的植株標上顏色，模式認為不會發病的植株標為透明，並套疊到田區的正射影像的灰階底圖上，即可將模式預測結果視覺化。



圖二、健康葉片與不正常狀況葉片在光譜上的差異。(Source: Mahajan, U. 2016)



圖三、健康植株與發病植株之間的光譜差異。

利用這個模式計算並將結果視覺化的結果如圖四所示，白色的部分為水稻，黑色的部分為水或土壤，而部分水稻有被套上紅色色塊，被套紅色的植株即是模式認為可能會發病的植株位置，沒被套色的則為模式認為是健康的植株。

目前透過光學與智農技術可掌握病害三角中的宿主，如果想再提高對稻熱病的發生掌握度，還可以結合臺灣水稻疫情整合資訊網內稻熱病預警地圖中的模式對天氣條件進行評估，給出因天氣狀況而決定的天氣因子風險程度，並將風險程度依照風險程度以不同顏色套疊到地圖上顯示視覺化結果。

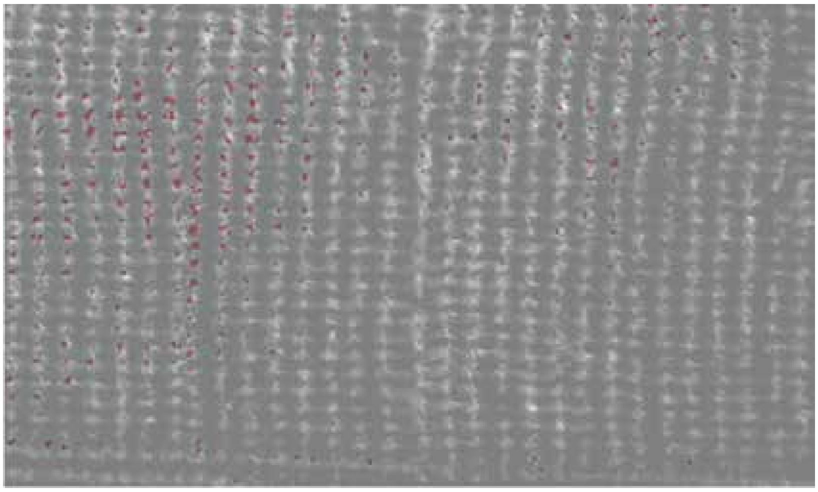
圖五為稻熱病預警地圖，根據中央氣象署提供的天氣預報資料套用到預測模型上計算環境條件，可在地圖上直接顯示各地發生稻熱病的天氣

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0001

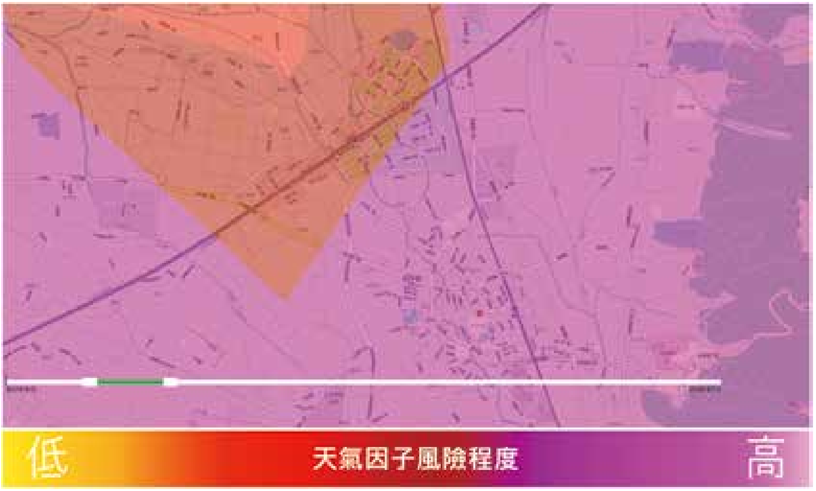
因子風險程度。有了光譜模式以及天氣因子風險模式，當兩者產生交集時，就可以找到葉稻熱病可能發生的時機點以及區域，此時為最佳防治時機點，距離第一波葉稻熱病病斑產生的時間有7天的時間可以提早應對，本技術也提供植保手冊中對於水稻稻熱病的防治藥劑與稀釋倍數做為防治操作上的建議。由於是在稻熱病族群尚未建立之時即用藥防治，因此可以大大降低稻熱病族群的壯大，進而達到預防稻熱病爆發的效果。

四、實際應用案例

2024年一期作在彰化縣田中鎮稻米契作示範區域50公頃導入稻作智慧農業技術，對照區域為300公頃，在葉稻熱病防治方面，示範區域與對照區域每次的防治藥劑、稀釋倍數與噴施方法皆相同，使用嘉賜黴素與三賽唑做為防治藥劑，透過植保機進行噴灑操作。示範區域以智農技術發出預警資訊時做為防治時機點，對照區域則是依照農民自行判斷防治機。示範區域於3月開始進行監測，並記錄示範區域與對照區的農藥使用次數與產量用來比較葉稻熱病防治效果。結果對照區域共計進行4次防治作業，示範區域共計進行2次防治作業，每次每公頃防治葉稻熱病成本為4,000元，示範區域因減少2次作業，因此每公頃在防治成本上減少了8,000元的支出。在產量方面，每



圖四、經由光譜建構的預測模式將葉稻熱病判別結果視覺化。



圖五、稻熱病預警地圖。(來源：臺灣水稻疫情整合資訊網-稻熱病預警地圖https://mycolab.pp.nchu.edu.tw/blast_forecast/map.php)

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0001

公頃收穫量比對照區域多出258公斤。顯示導入葉稻熱病警示技術後，即使防治次數少，但只要防治時間得宜，葉稻熱病也可以得到很好的防治效果，減少病害對產量的衝擊，降低農民的成本外，也因為減少農藥的施用，對環境更友善，提升糧食安全。

五、未來展望

透過無人機搭載多光譜相機並結合智慧農業的技術提升判斷田區葉稻熱病發生風險的效率，比使用人力資源判識快又精準。但受限無人機電池續航力、多光譜相機的性能、電腦運算速度、種植品種與插秧期不同且地塊分散等等因素影響，一天以一台無人機能完整分析的區域其實有限。未來當電池續航力增加、多光譜鏡頭性能增強，甚至是將鏡頭附掛到衛星上進行拍攝，實現大範圍的資料收集再加以分析。目前本技術搭配現有的多光譜鏡頭搭配無人機的條件下，單一張多光譜照片的涵蓋面積約為2.5平方公尺，而單一張衛星衛星照片可涵蓋1平方公里，若未來使用衛星資料分析，預期資料收集效率可提升40萬倍。另在集團產區操作，調整地塊種植的品種與時間，將相同插秧時間的水稻種植在同一個範圍內，並按照插秧品種進行區隔，實現栽種集中化，可增進影像收集以及防治與施肥效率。另外，現階段只發現葉稻熱病在光譜上的差異，若其他病害在未來也可以被發現在光譜上的特徵的話，也可以一同進行分析，及收集一次資料可應用在多種病害上，這也對資料的適用性有所增加。

六、參考文獻

蔡武雄。2007。植物保護圖鑑系列8-水稻保護。p. 265-272。行政院農委會動植防疫檢疫局。臺北。

臺灣水稻疫情整合資訊網-稻熱病預警地圖https://mycolab.pp.nchu.edu.tw/blast_forecast/map.php

Chang, J., D.E. Clay, S.A. Caly, C.L. Reese. 2013. Using field scouting or remote sensing technique to assess soybean yield limiting factors. In D.E. Clay et al., eds. iGrow soybean: Best management practices for soybean production. South Dakota. University of South Dakota state.

Moore, D., G.D. Robson, and A.P.J. Trinci. Second edition. 2021. 21st century guidebook to fungi. p. 374-376. 14.9 plant disease basics: the disease triangle. United Kingdom. University of Cambridge.

Mahajan, U. 2016. Drones for normalized difference vegetation index (NDVI), to estimate crop health for precision agriculture: A cheaper alternative for spatial satellite sensor. International conference on innovative research in agriculture, food science, forestry, horticulture, aquaculture, animal science, biodiversity, ecological sciences and climate change (AFHABEC-2016). New Delhi.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0001

適合新竹縣五峰鄉段木栽培香菇菌種之選育

農試所植病組 余祥萱 呂昀陞

一、前言

段木香菇栽培歷史悠久，自宋代起便在中國開始發展，臺灣之歷史紀錄則可追溯到1909年，在光復後，段木香菇也是國內重要的山珍產品。然而，隨著太空包栽培技術問世與大陸走私香菇之入侵，段木香菇栽培逐漸沒落(范，2023)。直到近年，由於政府推動「林下經濟」政策，希望在森林資源保育與山村經濟發展間取得平衡，進而促進段木香菇產業的復甦(宋等，2017)。在段木香菇栽培過程中，除栽培技術與氣候條件外，菌種的選擇至關重要。不同品系的香菇對於環境適應能力、產量與品質皆有所不同，選擇適應當地氣候的菌種，不僅能有效提升栽培之成功率，還可確保最終之經濟效益。過去本所在農業部農村發展及水土保持署之農村再生基金的協助下，針對適合新竹縣五峰鄉的段木香菇品系進行評估，透過栽培試驗比較不同品系的產量、菇體特性與環境適應性，藉此為當地農民提供更科學化的品種選擇依據。

作　　者：余祥萱助理研究員
連絡電話：04-23317516

二、段木香菇栽培發展

依據文獻記載，段木香菇之人工栽培早年係依賴自然條件，採用「砍樹法」或「砍花法」，即在段木上砍出傷口，讓其自然感染野生香菇孢子，然而此法的成功率較低且不可控 (Shen *et al*. 2004)。直至清末，微生物學觀念引入中國後，香菇栽培技術逐漸進步，開始使用「鑽孔接種法」，大幅增加接種成功率，因此進一步推動香菇產業的發展。日本則在17世紀由中國引入相關技術後開始發展，並在19世紀末利用微生物學之技術，建立更加系統化的段木香菇栽培模式。

臺灣段木香菇的栽培歷史可追溯至1909年，在日治時期，日本駐臺之研究人員利用不適合製材的木材作為培養基質，開創臺灣香菇種植的先例。但此時農民往往採取逐木而居的方式，在山林中尋找適合的樹種，如楓香、構樹與青剛櫟等，將木材伐倒於林間，利用木屑菌種進行接種，並讓接種後之段木於森林中，經雨水滋潤促進菌絲的生長與發育(范，2023)。這種傳統方式雖能培育出風味獨特、品質優良的香菇，但受限於自然條件、栽培技術與人力成本，產量

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0002

仍較為不穩定，但也是許多山村居民與原民生活不可或缺的經濟來源，而後由於菇類太空包栽培技術的發展，使得段木香菇市場受到衝擊，加上後來大陸走私香菇與許多山村居民因生活條件困難而遷往都市，導致從事段木香菇栽培的人口大幅減少，進而使得傳統段木香菇的栽培方式逐漸式微，年產量也逐漸下滑。

三、林下經濟政策推動

我國森林由於法規與管理之限制，許多森林資源未能被有效利用，進而影響山村經濟之發展。林下經濟則是提供折衷方案，在維持森林生態功能的前提下，推動低環境衝擊的產業。此舉不僅能提高林農經濟收益，活絡部落與社區發展，亦能減少在地人口外流。此外，全球碳中和趨勢下，森林作為重要的碳匯，林下經濟可與碳匯政策結合，透過生態補償機制鼓勵農民保護森林，減少過度開發，以達到經濟與環境保護並行的目標。因此，林下經濟政策為兼顧經濟發展、生態保育與氣候應對的永續發展策略，我國政府自2014年起推動「林下經濟」，期能提升森林利用效率、促進林農生計、緩解林相保育與經濟發展的衝突，同時應對氣候變遷與協助淨零減碳。

臺灣的林下經濟需依法申請，截自2025年2月12日，政府允許栽培的林下作物品項包括(一)段木香菇與木耳、(二)臺灣金線連、(三)森林蜂產品、(四)臺灣山茶、(五)馬藍、(六)天仙果、(七)竹笙、(八)絞股藍、(九)臺灣白及。不同作物的種植需考量環境條件，例如森林蜂蜜應選擇較低海拔區域，不僅蜜源多，還可避免虎頭蜂之危害；金線連則需注意水分管理與避免病蟲害問題。目前全國各地皆有發展林下經濟之案例，例如花蓮的水璉地區，當地社區成立林業生產合作社，透過共同種植段木香菇，並結合食農教育與生態旅遊，吸引遊客體驗林下經濟的魅力。此外，五峰鄉的原住民則透過段木香菇的栽培，不僅提高收入，也強化部落文化認同，體現「香菇為大自然的恩賜」理念。

四、適宜菌種有助於當地段木香菇的品質與產量

段木香菇的栽培包含段木處理、鑽孔植菌、堆放養菌與排架出菇等過程。首先，選擇適合的樹種，樹種以闊葉木為主，不可含有精油與乳汁，木材徑長在15-25 cm，樹皮1-2 cm，邊材大心材小者為佳，相關樹木在秋冬經砍伐後，需先經葉枯期2-3周，再分別裁切成長度1-1.2 m之適當段木大小，重量約為30-40 kg，而後再分別以縱距15-20 cm，橫距7-10 cm之距離進行打孔，每孔深度約為2 cm。於打孔完成後，接種入菌種，並以石蠟密封防止雜菌感染。為利保濕與保溫，接種完成後之段木會以井字型堆置於通風良好之陰涼處，後外覆防水帆布，內部則視氣溫披覆保溫毯。經培養後1個月，檢視接種孔之菌絲生長情形，

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0002

並視當地氣候條件調整防水帆布披覆情形。後續每個月須翻轉段木及檢視段木內菌絲生長情形，並須定期檢查段木乾濕程度，必要時進行澆水處理，以維持菌絲生長環境。培養後約6-7個月檢視是否有報訊菇產生，若有報訊菇產生即可進行排架出菇。最後，在香菇子實體成熟菇傘 (5-6分開)適時採收，以確保最佳品質，並可進行乾燥、包裝或冷藏等後處理，以利保存與銷售 (呂，2013；呂，2017；張，2015)。

在段木香菇的栽培過程中，不同菌種對於環境條件的適應能力、產菇速度、菇體外觀與風味皆有所不同，因此選擇適應當地氣候與木材特性的菌種，能提高栽培成功率與經濟效益。優良的菌種應具備較強勢之生長能力以及穩定的產量，以確保段木香菇在栽培期間能順利完成菌絲生長與子實體形成。此外，適應不同氣候條件的品系，例如耐高溫或耐低溫的菌種，可因應不同地區與季節的生產需求，延長收穫期，提升市場競爭力。

臺灣是香菇的原產地之一，各地山區皆可發現原生香菇品系，而此些本土品系對臺灣的氣候條件具有較強的適應能力，因此若能加以馴化與選育，將有助於我國段木香菇產業的發展。根據廖氏（1981）的研究，臺灣本土獲得的段木香菇品系，其菌絲生長適溫範圍約在16-24℃之間，最適溫度為24℃，與日本的野生品系相似。然而目前臺灣生產的段木香菇在品質上一般略遜於日本，主要受氣候條件、栽培管理方式與品種馴化差異影響。臺灣現今所栽培的段木香菇品種多數源自日本溫帶地區，由於其生理特性較不適應臺灣的亞熱帶氣候，導致產量與品質難以與日本相提並論(廖，1984)。過去，臺灣的段木香菇栽培區域多位於海拔400公尺以上的山坡地或山區，因此引進的日本品系（市場上普遍稱為冬菇品系）在低海拔環境中栽培往往難以成功。近年來，全球氣候變遷導致環境溫度上升，即便是在500公尺以上的高山地區，栽培日本段木香

表一、不同香菇品系於新竹縣五峰鄉栽培之產量比較

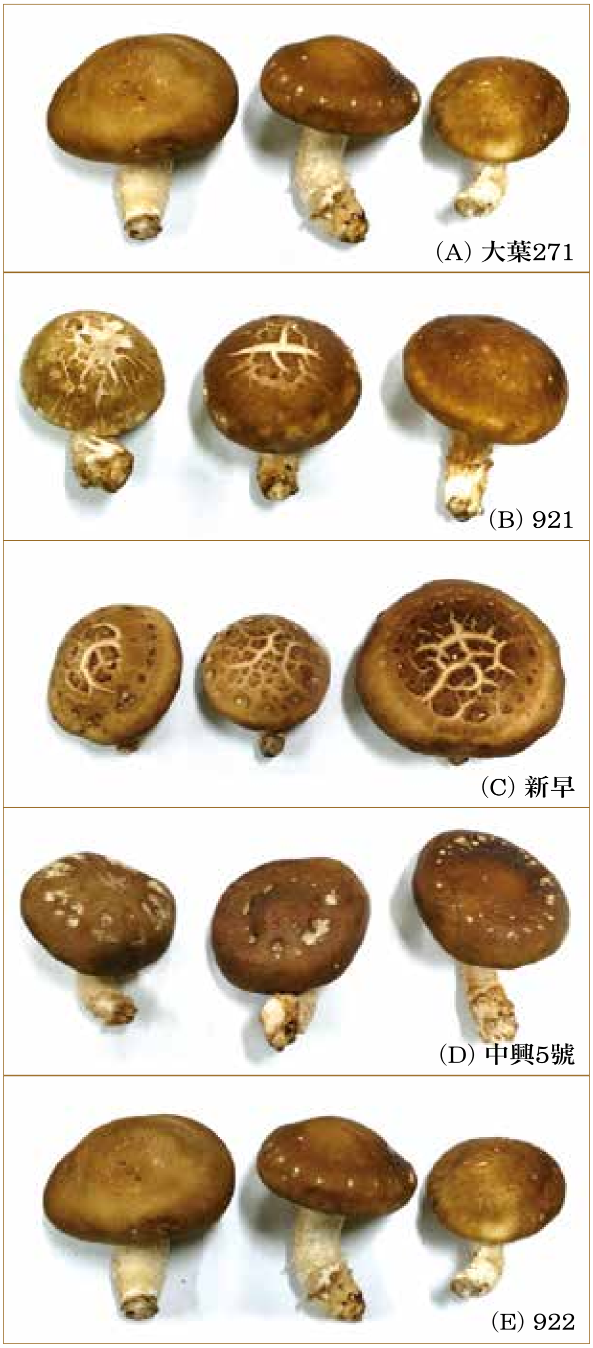
香菇品系代號	每根段木平均產量(g)	總菇數(朵)	單朵平均重量(g)
國姓921-1	1,496.67	114	39.39
921	1,388.00	84	49.57
新早	1,342.00	115	23.34
中興5號	1,292.67	100	38.78
922-A	1,028.67	164	18.82
922-B	986.00	183	16.16
大葉271	911.33	118	23.17
黑早	866.67	135	19.26
黑早271	744.00	111	26.81
福岡	653.33	49	40.00
9015	628.67	65	29.02
閩豐1號	592.67	147	12.10
德島	353.00	7	100.86
L21	296.67	25	35.60
長崎	286.00	13	66.00
申香1號	225.00	33	13.64
939	185.00	23	16.09
台農1號赤殼	22.00	2	11.00
申香6號	0	0	0
申香2號	0	0	0

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0002

菇品系仍可能受到高溫影響，使其產量與品質下降。因此，當前亟需透過區域性試驗栽培，篩選適應臺灣不同環境條件的段木香菇菌種，以確保產業的穩定發展。

五、新竹縣五峰鄉段木香菇菌種評估

本所透過農業部農村發展及水土保持署之農村再生計畫，協助新竹縣五峰鄉竹林社區以楓香進行段木香菇品系之栽培測試，發現各品系的產量和菇體特性有顯著差異。於20個供試香菇品系中，以品系921、新早、中興5號、922與大葉271之產量較高，其中國姓921-1品系的每根段木平均產量最高，達到1,496.67 g，總菇數為114朵，單朵平均重量為39.39 g；其次為921和新早品系，平均產量1,388.00與1,342.00 g，而新早品系菇傘較大，菇傘顏色較淺。表現較佳的還包括中興5號，平均產量1,292.67 g，總菇數100朵，單朵平均重量38.78 g，且菇傘絨毛明顯，菇柄較長。另外，922-A和大葉271品系的平均產量分別為1,028.67 g與911.33 g，但單朵平均重量相對較輕，分別為18.82 g和23.17 g，而922品系菇傘較淺，菇柄較長。部分品系如黑早271和黑早，產量分別為744.00 g與866.67 g，單朵重量介於19.26-26.81 g間，表現中等。值得注意的是，來自日本福島之香菇品系儘管產量僅353.00 g，但其單朵平均重量高達100.86g，顯示此品系可能需較低溫之環境生長且適合生產大型香菇。此外，來自大陸地區之太空包品系如申香2號和



圖一、不同香菇品系於新竹縣五峰鄉栽培之菇體外觀。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0002

申香6號未有產量紀錄，可能由於五峰鄉生產環境條件不適合此類品系有關 (表一)。

新竹縣五峰鄉竹林社區位於海拔約500-1,000公尺的山區，屬於溫暖濕潤的亞熱帶與溫帶過渡氣候，四季分明，冬季氣溫較低，夏季涼爽，年均溫約16-20℃，社區周圍群山環繞，森林覆蓋率高。此外，該地區降雨充沛，年均降水量約2,000 mm，相對濕度較高，有助於香菇菌絲培養與子實體的發育。該地獨特的地理與氣候條件，使其成為臺灣段木香菇栽培的重要據點。本研究結果顯見， 921、新早、中興5號、922與大葉271等5個品系最能適應五峰鄉之氣候環境，每根段木之產量幾乎可超過1 kg以上，出菇數皆高於80朵以上，單顆菇重達16 g以上，且菇型亦較為圓整。特別是921與新早品系，在當地氣候容易形成花菇 (圖一)，具備優異的市場潛力，值得進一步推廣栽培。

六、結論

臺灣段木香菇產業發展逾百年，1990年代雖因市場競爭與人口外移而衰退，但近年來隨著林下經濟政策推動，產業逐步復甦。而在栽培過程中，選擇適宜段木香菇菌種，對其產量與品質至關重要。本研究於新竹五峰鄉評估20個品系，發現921、新早、中興5號等品系產量較高，顯現此些品系可適應當地氣候，極具推廣潛力。目前除五峰鄉外，臺灣其他地區亦陸續發展段木香菇栽培，而為因應氣候變遷影響，後續仍須針對不同環境地區篩選適應性佳的菌種，以提升產業競爭力。未來藉由生態永續經營、傳統與現代技術融合，以及社區協作發展，段木香菇產業有望再創佳績，成為林下經濟的重要支柱。

七、參考文獻

呂昀陞。2013。菇類段木栽培管理技術。農業世界364：32-38

呂昀陞。2017。樹種與段木香菇的生產。林業研究專訊24：6-8。

宋細福、呂昀陞、石信德。2017。臺灣香菇栽培史(上)。農業試驗所技術服務季刊 (109):6-9。

范益瑋。2023。段木香菇樹種產菇試驗與段木香菇生產知識結構之研究-以屏東縣牡丹鄉為例。國立屏東科技大學森林系碩士論文。

張淩梅。2015。林下段木香菇栽培技術。農業開發與裝備2015：137。

許賢斌。2019。林下經濟經營使用審查作業要點內容簡介。農政與農情324:51-55。

廖英明。1984。低海拔香菇品系之育種。中華農業研究33(3)：292-305。

廖英明。1992。香菇段木栽培。桃園區農業專訊2：19-21。

Shen, Q., Tan, Q., & Royse, D. J. 2004. Growing *Lentinula edodes* and other mushrooms in China a low input technology alternative. Revista Mexicana de Micología 18: 15-20.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0002

七字妙用箴言 夏秋青蔥好種 (種田肥水管藥材)

農試所植病組 黃晋興 林玫珠

一、前言

青蔥 (*Allium fistulosum* L.) 作為國人日常餐桌上不可或缺的辛香蔬菜，不僅具有獨特風味，且營養價值豐富。然而，受到氣候變遷影響，極端天氣事件如高溫與強降雨日益頻繁，導致青蔥在夏秋季的栽培難度顯著提升，產量減少，價格飆升，對生產者與消費者均造成不小的經濟壓力。根據農糧署資料，2023年全臺青蔥種植面積約4,017公頃，年產量約10萬公噸，年產值達50億元，僅次於竹筍和高麗菜，位居臺灣蔬菜產值的第三位。主要產區集中於彰化縣(42%)、雲林縣 (36%)、宜蘭縣 (9%) 及臺中市 (3%)。青蔥栽培品種以「四季蔥」與「北蔥」為主。「四季蔥」因產量高、品質佳且四季皆可栽培，占總產量的八成，又區分「粉蔥」（中南部）與「日蔥」（宜蘭）兩種品項，但夏秋季產量大幅下滑，使得市場價格波動劇烈；「北蔥」（中南部）占總產量約兩成，具有耐高溫及耐雨水的特性，因冬季易開花而品質不佳，故只栽培在夏秋季，在夏秋季蔥價飆升期間成為重要的補充品種。以宜蘭三星蔥為例，2024年11月臺北市農產品拍賣市場曾有個案出現每公斤超過新臺幣1,000元的價格，反映了市場對產量波動的敏感性。調查顯示，粉蔥（以彰化、雲林產區為主）銷售量占市場七成，其產量變化直接影響市場價格（圖一）。

二、夏秋季高溫多雨對青蔥栽培的影響

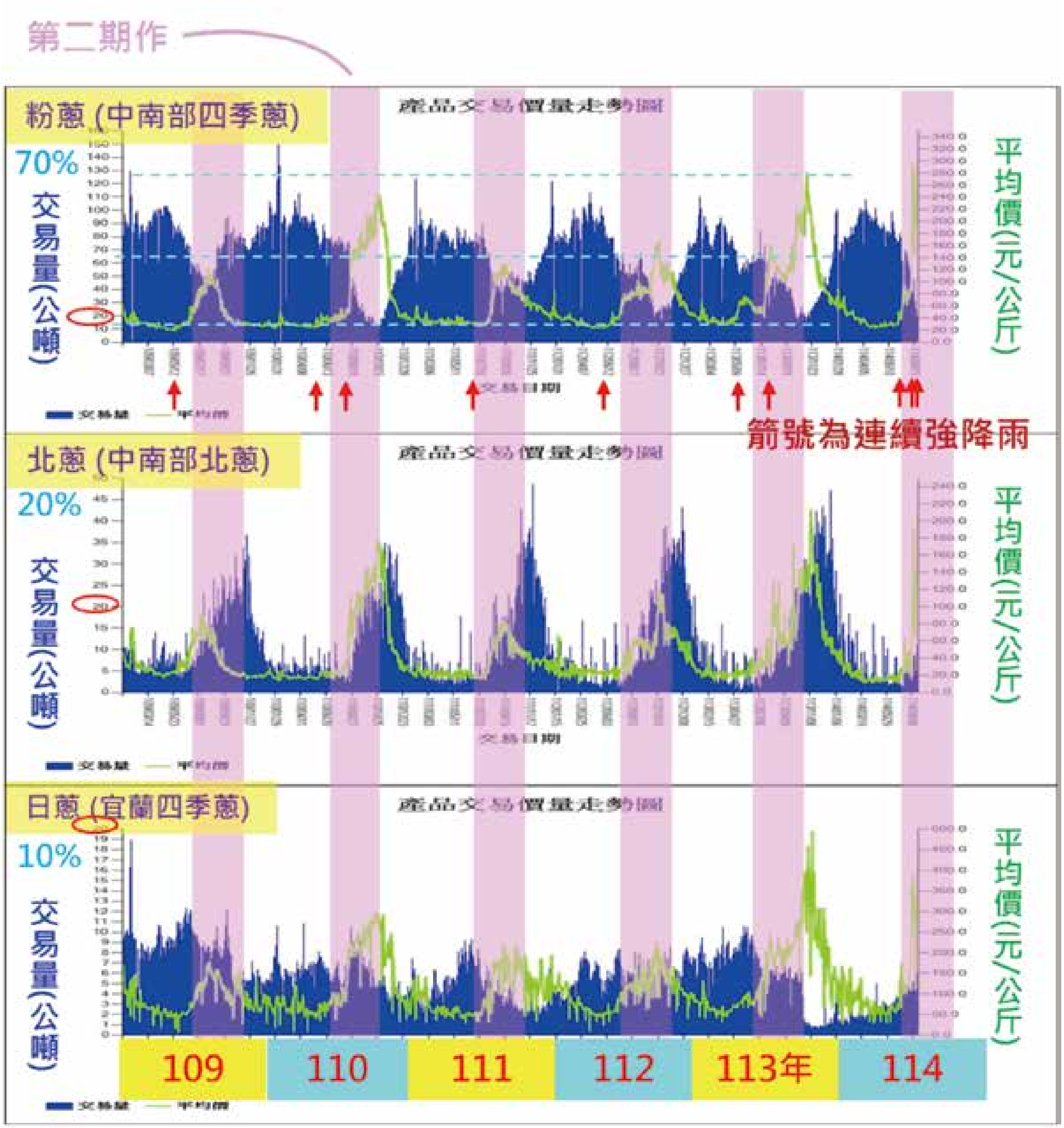
臺灣夏秋季高溫與強降雨，導致青蔥二期作雖種植面積大但產量偏低。近年研究指出，主要原因為疫病與捲葉型炭疽病嚴重發生，對產量影響甚鉅（圖二）。

(一)青蔥疫病。研究人員在數年的研究歸納出幾點重點：1.田間土壤中普遍有疫病菌的存在，在夏秋季連續降雨後會發生疫病乃為必然；2.臺灣青蔥疫病好發於夏秋季連續2天以上陰雨的條件，而這疫病菌 (*Phytophthora nicotianae*) 感染造成病害發生速度很快，數天之內即可造成大規模病害，故雨後再防治已經晚了一步；3.農民常在旱季大量施肥，導致雨季肥分過量，特別是氮肥過量有利於病害發生；4.農民

作　　者：黃晋興研究員
連絡電話：04-23317509

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0003

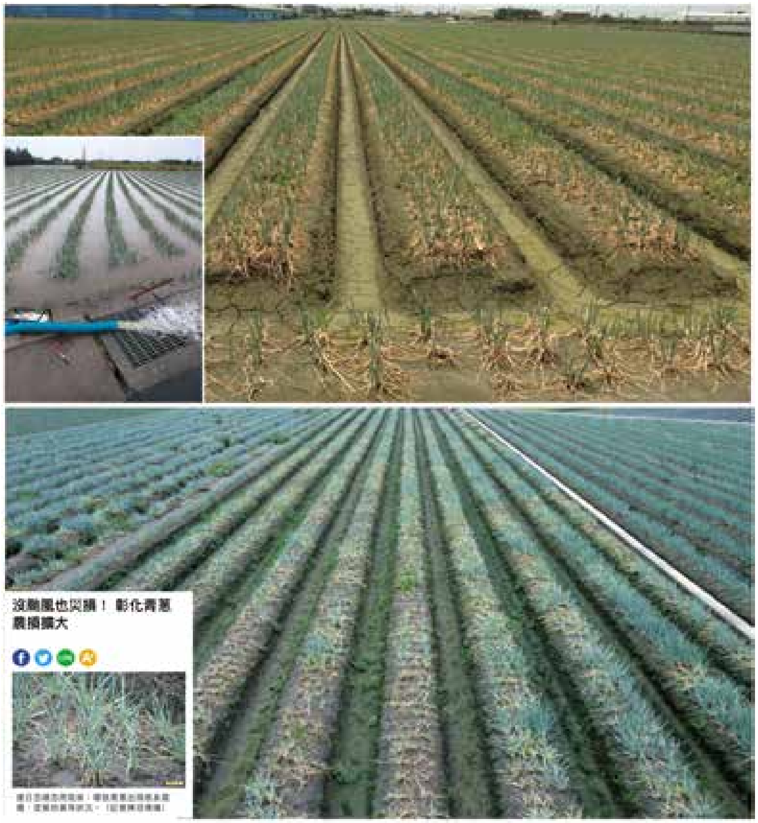
常定期施用多種病蟲害的防治藥劑，反而會增加病菌抗藥性的風險，故疫病藥劑如氟比拔克、亞托敏⋯（植物保護資訊系統-蔥疫病、蔥科小葉菜類疫病 https://otserv2.acri.gov.tw/PPM/）的施用應在連續降雨期的前、中、後施用即可；5.農民常把品質好的蔥拿去賣，反而留下賣相不佳的次級蔥來當作種苗，而這些不良蔥苗常可分離得病原菌，實為病害發生的主因。



圖一、近五年半臺灣青蔥(粉蔥、北蔥、日蔥)的產量價格週年分析，價格波動主要受粉蔥交易量的影響。紅色箭頭指出連續強降雨期。強降雨之後易出現青蔥交易量顯著減少，而價格升高之市場波動。(資料來源：農糧署農產品批發市場交易行情站)

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0003

(二)青蔥捲葉型炭疽病。此新病害不僅表現出一般炭疽病的葉斑與葉枯症狀，還會出現更嚴重的莖部腐敗、新葉捲曲，甚至導致植株死亡。這種病害防治困難的主要原因在於病菌(*Colletotrichum siamense*)的潛伏感染、過量施肥，以及病原菌的風雨傳播。1.捲葉型炭疽病的病菌可以潛伏感染青蔥，感染植株表面看似健康，卻實際帶有病菌。調查顯示，臨近病害田區或路邊病株的青蔥更容易帶菌，且病害會隨帶菌種蔥的分苗種植擴散；2.農民為提升產量，常在種植初期過度施肥，特別是氮肥的過量使用，為病菌繁殖提供了良好條件。這種養分過剩的環境不僅削弱植株抵抗力，還會加劇病害爆發；3.高溫多雨的夏秋季，病菌經雨水飛濺迅速傳播，尤其是連續降雨後。調查發現，鄰田的病害區域及道路上的病葉殘留，經雨水或風的作用將病菌擴散至其他田區。此外，帶菌的種蔥使用不當，也助長了病害的傳播。防治藥劑在雨季前可施用，如四氯異苯腈、百克敏…等（植物保護資訊系統-蔥炭疽病、蔥科小葉菜類炭疽病https://otserv2.acri.gov.tw/PPM/）。



圖二、強降雨造成田區淹水會引發嚴重的青蔥疫病（上圖）；高溫多雨易引發青蔥捲葉型炭疽病（下圖）。

三、病害管理技術：農試所「七字箴言」

針對上述問題，農業試驗所提出「種、田、肥、水、管、藥、材」七字箴言，作為夏秋季青蔥栽培與病害防治的核心策略，涵蓋從苗源到田間管理的全方位技術指導(圖三)。

(一) **種(健康種苗)**：使用健康的蔥苗，避免病害源頭。將種蔥與菜蔥分開栽培，嚴格管理自留苗，以降低種苗帶菌傳播風險，尤其是無病徵帶病菌不易察覺(潛伏感染)。

(二) **田(田區選擇)**：慎選栽培田區，避開鄰近已有病害的田區，以減少病原

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0003

圖三、可克服夏秋青蔥不易種植的七項策略（七字箴言）。

圖四、落實七字箴言的效果良好，疫病顯著減少。2024年7月下旬凱米颱風來襲田區淹水之後，處理組仍可保住九成以上的青蔥產量，而未落實的對照組田區遭受毀滅性損失（疫病嚴重），地點於彰化縣溪湖鎮。左圖為一蔥田浸水（上）後10天（下）的田間；右圖為另一蔥田浸水（上）後30天（下）的田間。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0003

菌藉風雨傳播，否則不帶病菌的健康蔥苗也會受害。

(三) 肥(合理施肥)：按照推薦用量施肥，避免過量造成病害加重。栽培初期減少施肥量，種蔥的施肥量應更少，總量應控制在每分地100公斤以下。菜蔥則於栽培中後期可酌量增施肥。

(四) 水(灌溉排水)：強降雨後應迅速排除積水，防止病害擴散。灌溉時應採少量多次的方式，避免一次大量用水。

(五) 管(田區管理)：執行田區非寄主輪作及田間衛生管理，減少病原菌的存在　與傳播。在休耕期進行病蟲害監控，結合氣象預報採取防治措施。

(六) 藥(精準用藥)：合理合法使用農藥，並根據病害的好發期，精準分階段用藥以提高防治效果。只要前幾項有執行到位，化學防治就相當容易。

圖五、落實七字箴言的效果甚佳，捲葉型炭疽病顯著較少。2024年10月地點於臺中市大甲區。

(七) 材(植保資材)：使用低風險的植物保護資材，如中性亞磷酸、有益微生物或天然素材，提升作物的抗病能力，亦可減少農藥的使用量。

實踐這些策略的田區在颱風等極端天氣後仍可保住九成以上的產量，而未落實的田區往往遭受毀滅性損失(圖四、五)。

四、實證與推廣成果

為驗證「七字箴言」技術的效益，農業試驗所於2023至2024年間在中部三鄉鎮推廣，應用於超過十公頃青蔥田並獲顯著成果。2024年於彰化溪湖、二林與臺中大安舉辦三場田間觀摩會，吸引眾多農戶參與。2024年12月18日於農業部舉辦成果發表會，與實務農戶分享實例，證實該技術即使面對極端天氣亦能穩定產量、提升收益，對穩定供應與抑制蔥價波動具重要價值。

五、結論與展望

本研究針對夏秋季高溫多雨對青蔥栽培的挑戰，提出涵蓋病害防治與田間管理的整體策略。透過「七字箴言」技術的實踐，可有效提升青蔥產量與品質，應對極端氣候，促進產業永續發展。未來農業試驗所將強化技術研究與推廣，結合智慧農業與氣象預測，優化病害管理，確保青蔥穩定栽培與市場供應，持續提升農業效益與消費者福祉。農業效益與消費者福祉。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0003

農產品碳足跡盤查常見問題-以生鮮水果為例

農試所產服中心 江秀娥 黃家康 林士豪

一、前言

近來大家對碳議題頗有興趣，或者有人稱「碳焦慮」，不論興趣或焦慮，本文聚焦於農產品碳足跡盤查常見問題。

首先要先釐清產品碳足跡盤查與碳權的基本概念：做產品碳足跡盤查目的是為了減少碳排放，即產品在整個生命周期五大階段(原料取得、製造、配送銷售、消費使用及廢棄)中，找出碳排放的熱點，作為研擬減碳策略的依據，才能有效率減碳。但是，做了碳足跡盤查，是不能直接獲得碳權的，必須依據環境部「溫室氣體自願減量專案管理辦法」規定，有嚴格的方法學與程序，時間冗長、花費百萬以上，才能爭取到碳權。有關農業碳權的概念與獲取方法，可參考豐年雜誌(2024年4月號)「碳交易上路 碳交所田建中：農業將成重要碳權來源：國外自然碳權將上架-臺灣自然碳權加速推進」，有詳盡的介紹。

二、常見的問題

問題一：該如何開始盤查產品碳足跡?

答案一：盤查產品碳足跡的第1步，要先確認是否有適當的碳足跡產品類別規則(簡稱PCR)可以引用，在環境部的「產品碳足跡資訊網」(https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/Index.aspx)列有各類產品的PCR，可以查找下載來仔細閱讀，並確認您的產品符合該類PCR所列稅則號列(CCC Code)的產品。如番石榴、鳳梨是屬於CCC Code 0804之品項，可引用生鮮水果PCR(編號22-061)來進行盤查番石榴或鳳梨等品項之碳足跡。但是，如果您要盤查的產品是鳳梨果乾，則要引用果乾及堅果PCR(編號20-055)。

問題二：生鮮水果PCR的重點是甚麼?

答案二：生鮮水果PCR的重點要先看產品生命週期流程圖(圖一)，根據流程圖畫出所要盤查產品的製程地圖。

問題三：何為「從搖籃到墳墓」?何為「從搖籃到大門」?

答案三：一般盤查B2C的產品碳足跡，是從原料取得階段一直到廢棄階段，即完整的生命週期5個階段都必須盤查計算，就是產品從如何產生到其使用後廢棄，稱為從「從搖籃到墳墓」。但如果該項產品的主要功能是提供給下游業者進行加工處理或再製造等，即屬於B2B產品，則只需盤查原料取得階段與製造階段，稱為「從搖籃到大門」。

作　　者：江秀娥副研究員
連絡電話：04-23317652

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0004

問題四：該如何進行活動數據蒐集呢?

答案四：以番石榴為例，所要蒐集的活動數據項目如圖二所示。根據生鮮水果PCR，必須蒐集至少1年之活動數據，但若該果品整個生產週期超過1年以上，則必須蒐集1個完整產期的數據，如鳳梨。所以，以番石榴原料階段為例，就必須蒐集肥料、農藥、套袋及紙箱重量、用油量、用電量，及所有資材運送至田間之距離、田間生產操作後所產生的廢棄物如農藥罐、肥料袋重量；由於番石榴為多年生作物，除非補植新苗，否則不會有種苗用量；如果種鳳梨，買進的種苗就要蒐集用量，自己留下來的種苗就可以不計(循環資源)。也要紀錄果品產量，以進行每單位產品的碳足跡計算。基本上，盤查產品碳足跡和盤點生產成本很類似，只要有用到錢買來的都要計算，但是，人力使用、設施設備等資本財不用算，比起成本計算相對容易一些。

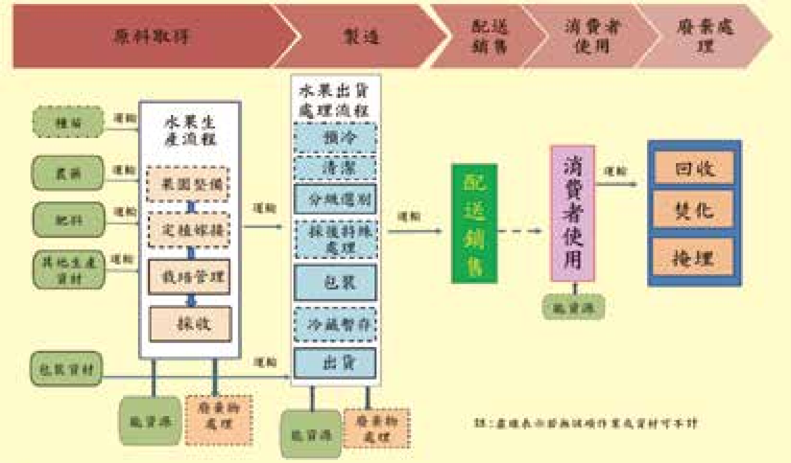
由於水果產品的田間操作時間長、使用的資材項目多，如果平時沒有留存紀錄，則蒐集過程會很繁瑣且易遺漏。因此，希望農友可以養成隨時紀錄的習慣，如購買資材時之單據，作為日後查證之佐證資料。

農業部已經結合農務e把抓系統，新增紀錄欄位，可協助農友蒐集碳足跡盤查所需要的資料項目，降低蒐集資料的難度，可多加利用。

問題五：何謂一級活動數據?何為二級活動數據?

答案五：若產品生命週期之活動數據是經由量化量測所得，稱為一級活動數據；而不是經由直接量測產品生命週期中的製程而取得之數據，稱為二級活動數據。以圖二所列舉番石榴要蒐集的活動數據項目，原料取得階段除了「運送距離」屬於二級活動數據外，其他項目都是一級活動數據，是生產過程中投入的各項資材、能源的使用量。生產者紀錄的資材投入量、果品產量、廢棄量都屬於一級活動數據，例如鳳梨果皮的廢棄量是自己量測的(量測時可以拍照留存證據)是一級活動數據，但如果是引用別人的數據(如依據研究報告，鳳梨不可食部分占50%)，則算為二級活動數據。

問題六：活動數據蒐集後，如何計算碳足跡?



圖一、生鮮水果生命週期流程圖。資料來源:生鮮水果碳足跡產品類別規則V1.0版。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0004

答案六：以肥料為例，假設生產0.5公頃番石榴，一整年施用3種複合肥料，各100公斤，A肥料氮磷鉀比例20-5-10，B肥料氮磷鉀比例12-18-12，C肥料氮磷鉀比例11-5.5-22，總產量為20,000公斤，則先要計算出每公斤番石榴用掉多少公斤氮肥、磷肥及鉀肥，還有其他成分，詳如表一。其他資材依此類推。

計算出每公斤番石榴產品使用多少公斤的肥料後，分別找出其相對應的碳足跡排放係數相乘，即可獲得使用該項肥料的碳排放量。最後，加總各種肥料之碳排放量，即為施用肥料之總排放量。

問題七：碳足跡排放係數從哪裡找?

答案七：碳足跡的排放係數來源，依據環境部推動產品碳足跡管理要點(2025年1月9日修正公告)附件三產品碳足跡數據量化與查證規範第十二點所列，包含(一)環境部產品碳足跡計算服務平台碳足跡資料庫公用碳排放係數。(二)取得國內產品碳足跡標籤之產品。(三)經第三方外部查證之產品。(四)國際、國家或區域公告之碳足跡生命週期排放係數。(五)生命週期評估軟體資料庫或具有公信力文獻。一般先從環境部所提供之資料庫中找尋適用的係數；而第(二)與第(三)項通常沒有適合農產品可使用的係數；第(四)項較不易找；第(五)項較多人使用，除發揮研究精神找文獻外，亦可參考生命週期評估軟體如SimaPro等。目前在市場上有許多顧問公司協助碳足跡盤查工作，需要付費，顧問就會協助活動數據資料盤點整理與係數查找。

問題八：為何水果碳足跡計算要包含氧化亞氮(N_2O)呢?

答案八：參考國家溫室氣體排放清冊-第五章農業部門(5.5)農業土壤排放源:「*氧化亞氮的排放分為直接排放及間接排放，直接性氧化亞氮排放為農業活動，包括農地施用化學氮肥、有機氮肥、作物殘體的埋入或改變土地利用管理等，這些農業活動使氮素進入土壤，造成土壤有效性氮的增加、脫氮量增加，而造成氧化亞氮的排放。間接性氧化亞氮排放共兩個途徑：其一為農耕土壤施用之肥料以氨 (NH_3)和氮氧化物 (NO_X)揮散；另一途徑為土壤中的氮素經淋洗和逕流移出。上述氮源，最終以銨離子 (NH_4^+)和硝酸離子(NO_3^-)型態再進入土壤和水中後，產生氧化亞氮排放*」。因為在生產過程免不了施用各種型態氮肥，因此造成上述的氧化亞氮直接與間接排放，所以計算碳足跡時，則依據國家排放清冊的方法計算N_2O的排放量。

問題九：農藥品項很多，我要如何盤查與計算呢?

答案九：我國農藥品項雖然眾多，但依據其目的，可略分為殺菌劑、殺蟲劑及殺草劑三類，計算時要先找出各種農藥有效成分比例，計算其實際作用的量，再分別乘上這三項的碳排放係數即可。

問題十：合作社或產銷班組成包含許多小農，個別農民的經營規模小，是否都要一一盤查?

答案十：根據生鮮水果PCR 10.1.3 一級活動數據蒐集方法與要求4.若某些原料

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0004

在原料取得階段可由多位供應商提供，則一級活動數據蒐集需盡量包含所有供應商，而且供應商需提供數據來源。若供應商數量非常多，則一級活動數據蒐集必須以至少供應超過組織出貨量10%以上數據的供應商為蒐集對象，且供應商所提供的活動數據平均值，可作為無法取得數據之供應商(農戶)的二級數據使用。

因此，如果某合作社或產銷班年出貨量達100公噸，其必須盤查供應超過10公噸之農民之活動數據。

問題十一：如果盤查多個農民的活動數據，但每個生產者所使用的資材不盡相同，該如何處理?

答案十一：先就個別生產者的活動數據盤查出來，並將其化為每單位產品(每公斤)所分配的使用量，再依據分配原則加以計算加權平均，以獲得每項資材、能源的分配量，後續再進行查找碳排放係數計算碳排放量。亦有顧問建議，可分別就每位生產者的實際狀況盤查計算出其碳排放量後，再加以加權平均代表組織之原料階段的碳排放量。

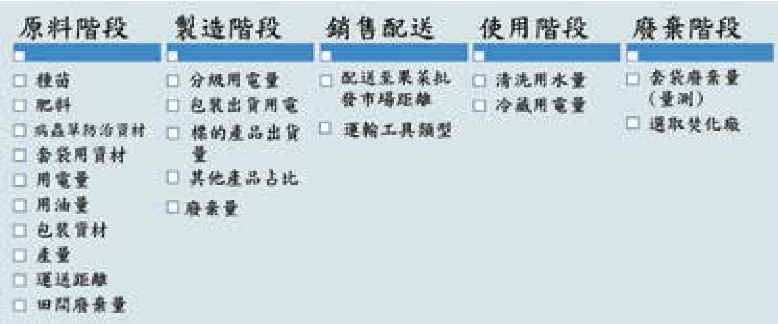
問題十二：製造階段的用電量沒有獨立電表，如何取得分級包裝的耗電量?

答案十二：可利用該機器設備的銘牌，以其所記載的相關資訊換算，也要記錄處理數量，如處理1000公斤果品須耗時多久，才能換算使用的電量。

問題十三：一般農產品的銷售通路多元，該如何計算?

答案十三：在配送銷售階段，並毋須計算每個通路，根據生鮮水果PCR 10.3.1，須蒐集的項目是指製造場域運送到物流統倉或批發商之第一配送點運輸流程之溫室氣體排放量。

因此只要盤查主要的通路，如80%是運銷至臺北果菜批發市場，15%運銷至臺中果菜批發市場，則只要利用Google map 查詢距離，確認使用的運輸工具，則可據以計算運銷的碳排放量。另外，若產品在運送過程有冷藏需求，其冷媒



圖二、番石榴生產蒐集的碳足跡活動數據項目。

表一、肥料活動數據計算與分配

品項	總用量(kg)	N%	P%	K%	N施用量(kg)	P施用量(kg)	K施用量(kg)	其他施用量(kg)
A肥料	100	20	5	10	20	5	10	65
B肥料	100	12	18	12	12	18	12	58
C肥料	100	11	5.5	22	11	5.5	22	61.5
肥料合計					43	28.5	44	184.5
活動數據強度(每公斤產品分配量，產量2萬公斤)					0.00215	0.001425	0.0022	0.009225
碳足跡排放係數(kgCO_2e/公斤)					1.8	0.847	0.61	0.02895
每公斤產品碳排放量(kgCO_2e/公斤)					0.0039	0.0012	0.0013	0.0027

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0004

逸散及能源的使用亦應納入計算。

問題十四：消費者使用的情況皆不相同，及廢棄處理階段如何計算碳足跡?

答案十四：消費者使用可依據生鮮水果PCR 10.4.5 假設情境的內容計算即可。亦可根據目標產品的特性進行情境假設，例如鳳梨不需要冷藏，則只要計算其削切鳳梨所需的用水量。而廢棄階段也可依據生鮮水果PCR 10.5.5情境的內容，說明目標產品的合理情況，如番石榴套袋是隨家用垃圾處理，則測量廢棄物重量及選擇某個垃圾焚化處理廠之碳排放係數與運輸距離。以鳳梨為例，其果皮一般也是隨家戶垃圾處理，但其平均每顆果實廢棄果皮的量占比約為40%，亦可採樣進行量測。

問題十五：盤查計算碳足跡之後，就可以拿到產品碳標籤嗎?

答案十五：根據環境部推動產品碳足跡管理要點(2025年1月9日修正公告)，要申請產品碳足跡標籤，必須先經過第三方查驗公司查證，須付費。目前國內查驗公司共有7家(2025/02/18查詢)，詳細資訊可上產品碳足跡資訊網查詢。查證通過將獲得查證聲明書，才能據此向環境部申請核發碳足跡標籤證書。該管理要點第十一規定，要以網際網路方式提出申請書、查驗摘要報告、標籤標示方式，並檢具下列之電子文件: (一)用印之產品碳足跡標籤使用申請書。(二)公司登記、商業登記或事業登記證明文件，依法得免除登記者，可檢附主管機關免除之證明文件。生產事業若位於國外，其事業登記相關證明文件須經我國駐外相關單位進行文書驗證。(三)合理保證等級之查證聲明書或關鍵性審查總結報告，其有效期限須在一年以上。(四)獨家代理國內（外）產品之申請廠商，需檢附代理文件。(五)其他經環境部指定之文件。

問題十六：一般農民可以申請農產品碳標籤嗎?

答案十六：根據環境部推動產品碳足跡管理要點第11點規定，要申請碳標籤需檢附「公司登記、商業登記或事業登記證明文件，依法得免除登記者，可檢附主管機關免除之證明文件」，表示自然人並不能申請碳標籤，據了解，沒有商業登記或事業登記之農民組織如產銷班可以申請，但須檢附政府核發成立產銷班組織之公文。

問題十七：產品碳標籤的用途為何?

答案十七：產品碳標籤主要用途是和消費者溝通，告訴消費者這項產品從原料取得到製造、配送銷售、經過消費使用到最後廢棄，共會產生多少溫室氣體。

三、結語

農產品標示碳足跡的目的，是希望消費者在消費時，除產品價格、品質外，也能將產品的環境友善程度納入考量中，進而思考如何進行低碳消費或勿過度消費等，以實踐綠色生活，也希望生產者透過盤查產品的碳排放，設法減碳，開始採取減碳生產的行動。

編啟：本文第一作者已於114年4月自願退休。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0004

觀賞植物碳足跡盤查

農業部花創中心 吳容儀　農試所產服中心 黃家康

一、前言

自2021年政府正式宣示「2050淨零轉型也是臺灣的目標」，控制平均氣溫升幅於1.5℃以內，全國各行各業開始如火如荼討論碳排放等議題。依據2018年世界資源研究所統計結果，全球碳排放量為489億公噸二氧化碳當量(CO_2 eq)，農業占12.2%。臺灣碳排放總量為2.75 億公噸二氧化碳當量，占全球總排放量0.56%，排名第23。我國溫室氣體(greenhouse gas, GHG)總排放量，不包括土地利用、土地利用變化及林業(land use, land-use change, and forestry，簡稱LULUCF)，自2005年291,183 千公噸二氧化碳當量， 降至2022年285,967 千公噸二氧化碳當量，排放量減少1.79%，年平均負成長率為0.11%。在2022年總溫室氣體排放組成，二氧化碳排放占比為95.70%，其中，農業部門占0.01%，能源部門占94.25%、工業製程及產品使用部門占5.40%、農業部門占0.01% 與廢棄物部門占0.34%(EPA 2024)。

臺灣已於2021年世界地球日當日宣示2050年要達到碳中和，由行政院統籌各部會積極佈署2050淨零排放路徑評估。「氣候變遷因應法」亦已於2023年2月15日經總統公布，該法修正自《溫室氣體減量及管理法》，並正式訂定2050年淨零排放目標，為臺灣的氣候治理奠定重要的法源基礎，這兩年也陸續有淨零轉型之策略推動與全球共同對抗氣候變遷。談到碳排放減量，勢必得先做盤查，方能作為後續減量成效的基準，這幾年政府投入不少經費與人力致力於碳足跡盤查、減碳農耕與碳匯之操作，也辦理不少相關議題之教育訓練，但對多數業者、民眾甚至是部分研究人員而言，所謂的「碳足跡」雖然耳熟能詳，但卻一知半解，實應多些科普教材推廣，讓民眾重視此議題，提高採購綠色產品之意願，方能帶動業界自主性盤查產品。基於此，有關碳足跡盤查方面的知識，後續筆者將安排文章，由淺而深依序帶入相關知識以及分享農業試驗所花卉試驗分所在花卉產業目前的盤查現況。

二、主要溫室氣體

陽光穿越大氣層照射地球表面的過程，溫室氣體會吸收來自地球表面、

作　　者：吳容儀副研究員
連絡電話：05-5820822-8305

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

大氣本身或雲層反射之熱紅外輻射光譜中特定波長的輻射，將熱能留在地球表面，無法散出大氣層外，此過程有助於保持地球的溫暖，但當溫室氣體過多則會造成地球暖化現象。主要的溫室氣體包括二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)及三氟化氮(NF_3)七種(圖一)，碳盤查與碳足跡主要就是針對此7種溫室氣體進行盤查，最後則以排放量最高的二氧化碳(CO_2)做為總碳排放量表示，單位為二氧化碳當量(CO_2e)。

(一) 二氧化碳(CO_2)

在臺灣二氧化碳主要來自於燃料燃燒、工業製程與電力使用過程，依據中華民國國家溫室氣體清冊報告顯示，2005 年二氧化碳排放量為266,888 千公噸二氧化碳當量，2022 年為273,683 千公噸二氧化碳當量，增加2.55%，平均成長率為0.15%；2022 年二氧化碳排放量占總溫室氣體排放量95.70%，其中，以能源部門占94.25%、工業製程及產品使用部門占5.40%、農業部門占0.01% 與廢棄物部門占0.34%。

(二) 甲烷(CH_4)

在臺灣甲烷主要來自燃料燃燒、廢棄物掩埋、農業與畜牧業，2005 年甲烷排放量11,386 千公噸二氧化碳當量，2022 年為4,564 千公噸二氧化碳當量，減少59.91%，平均負成長率為5.24%，2022年甲烷排放量占總溫室氣體排放量1.60%，其中，以農業部門占44.97% 最多，其餘依次為廢棄物部門占36.23%、能源部門占18.27%、及工業製程及產品使用部門占0.53%。

(三) 氧化亞氮(N_2O)

氧化亞氮主要來自燃料燃燒、農業與畜牧業，氧化亞氮排放源為工業製程及產品使用部門、農業部門與能源部門，廢棄物部門也有少量排放。2005 年氧化亞氮排放量為3,657 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為3,800 千公噸二氧化碳當量，增加3.90%，平均成長率0.23%；2022 年氧化亞氮排放量占總溫室氣體排放量1.33%，其中，以工業製程及產品使用部門占最高(40.15%)，其餘依次為農業部門占29.04%、能源部門占27.81%，廢棄物部門占2.99%。農業部門氧化亞氮排放，主要以農業土壤排放為主，排放來源包括農地施用化學肥料、動物排泄物、固氮作物、農作物殘體等。

(四) 氫氟碳化物(HFCs)

氫氟碳化物排放主要來自工業製程與產品使用部門，包括早期以化學工業之含氟化合物生產為主要來源，後期為冷凍空調、半導體及滅火器。氫氟碳化物排放量2022 年為1,555 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.54%，2022 年較2005年增加410.95%，年平均成長率為10.07%。

(五) 全氟碳化物(PFCs)

全氟碳化物主要來源來自光電與半導體業，早期積體電路或半導體尚未大量生產，全氟碳化物排放量相關資料不

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

齊全，故無法估算其排放量，2004 年後由於台灣半導體產業協會配合政府推動自願減量，包括半導體業、光電等產業導入安裝尾氣處理設施，同時以量測程序進行製程改善，使得全氟碳化物排放量逐年下降。依據2024年中華民國國家溫室氣體清冊報告，2021 年我國全氟碳化物排放量為1,354千公噸二氧化碳當量，2022 年則降至1,250 千公噸二氧化碳當量，減少7.72%。

(六) 六氟化硫(SF_6)

六氟化硫主要來自光電、半導體業以及氣體斷路器。六氟化硫排放量自2002年起逐年上升，主因是薄膜電晶體(thin-film transistor，TFT)平面顯示器、電力設備及鎂的生產使用量增加，以2004年5,288 千公噸二氧化碳當量為最高排放量，而後因六氟化硫使用量減少，導致其排放量逐年減少，約減少83.33%。

圖一、主要的7種溫室氣體。

2022年我國六氟化硫排放量為660 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.23%，

(七) 三氟化氮(NF_3)

三氟化氮主要來自半導體與面板業，自2001年起三氟化氮排放量逐年攀升，其原因為半導體使用量增加。2008年因全球經濟面臨衰退，導致其排放量大幅下降至191 千公噸二氧化碳當量(2007年：747 千公噸二氧化碳當量)，而後因半導體使用量增加，使得三氟化氮排放量自2012 年363 千公噸二氧化碳當量上升至2013 年723 千公噸二氧化碳當量，2014 年後逐年微幅下降，2022年三氟化氮排放量為455千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.16%。

三、什麼是碳盤查與碳足跡

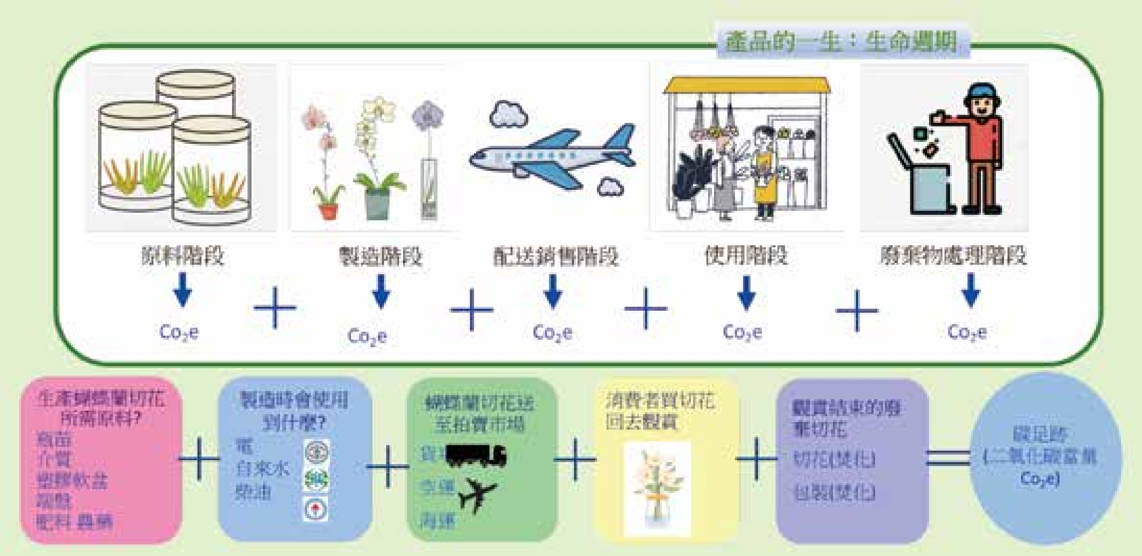
近幾年常聽到碳盤查與碳足跡，常令人容易混淆。簡單來講，碳盤查是指收集一個組織(工廠、企業)的碳排放數據，最後計算出總排碳量的方法(圖二)，例如：A蘭園全廠生產製造所有產品的總排碳量為1,200公噸CO_2e/年。企業可以透過碳盤查，了解自身產品或服務的總碳排放量，碳盤查能協助企業盤點自身的總碳排放量，以此為基準，作為擬定減碳策略、用實際數據展現企業減少碳排的成

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

果、確保企業的國際競爭力、提升企業國際形象以及符合跨國企業對供應鏈所做的要求。除了環保署公告應進行碳盤查的特定產業與高排放量的企業之外，一般的企業也能依照環保署編撰的溫室氣體排放量盤查作業指引，或國際標準溫室氣體盤查議定書 (GHG Protocol)、ISO 14064-1:2018 等方式來進行碳盤查。

碳足跡指的是計算一個產品或服務在整個生命周期過程所產生的溫室氣體總排碳量(圖二、圖三)，例如：A蘭園生產1支切花的總排碳量為2.5kg CO_2e。進行產品的碳足跡盤查，可以了解產品製程過程中的排放熱點，進而做產程調整、成本降低以及精準投資，為未來減碳做準備。自主性地盤查除了可以提升

圖二、碳盤查與碳足跡的差異。



圖三、碳足跡為一個產品在整個生命周期所產生的溫室氣體總排碳量。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

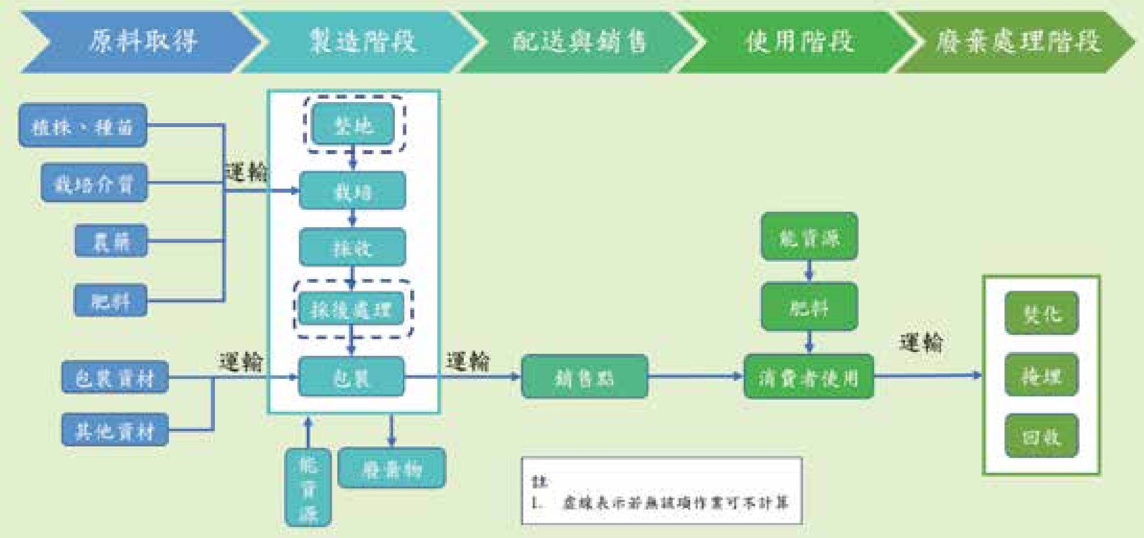
企業形象，也是維持國際競爭力的方法之一。選擇盤查的產品通常是以公司的主力產品為優先，除了產品可以計算碳足跡外，還有服務也可以計算碳足跡，例如:搭乘高鐵。碳盤查與碳足跡兩者的相同點；1.都是針對7種溫室氣體進行盤查、2.計算碳排放量的總量，單位為二氧化碳當量(CO_2e)；相異點是兩者盤查的對象不同。若業者要做自家產品的碳足跡盤查，筆者建議優先選擇主力產品。

四、觀賞植物產品類別規則與碳足跡

為使碳足跡盤查能有一致的規範，進行盤查時必須依循該類產品之碳足跡產品類別規則(product category rule，PCR)，目前環境部所審核通過之觀賞植物PCR是由農委會(現農業部)向環保署(現環境部) 提出修訂，並於2023年7月28日審議通過，主要是考量原先設施栽培植物(觀賞用)PCR的適用品項僅限於設施生產之觀賞植物產品(如蘭花等)，無法含括多數花卉園藝之範疇(如露地栽培花卉、露天生產盆花等)，故將其修訂為觀賞植物PCR。

產品類別規則文件包含：產品組成、生命週期流程圖、生命週期各階段應收集之活動數據項目等，以確保在盤查該類產品時能有一致標準，以觀賞植物PCR為例，產品組成除植物體本身外，還包含介質、包裝材及盆器等，在進行碳足跡盤查時均應納入評估。

生命週期流程圖如圖四所示，在原料取得階段應收集植株種苗、栽培介質、農藥、肥料、包裝資材等溫室氣體排放量資訊；在製造階段，整地、栽培、採收、採後處理、包裝等製程所用的能源用量、使用自來水之用量、切花、盆花及廢棄物的產出量，均應收集，且於製造階段，應優先使用一級數據；配送銷售階段，僅需收集從生產場域至第一階配送點之運送過程，但應記錄運輸方式、使用之交通工具、運送量、距離等



圖四、觀賞植物生命週期流程圖(擷取自觀賞植物產品類別規則)。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

資訊，若於運輸過程使用冷藏冷凍，亦應納入評估；使用及廢棄處理階段的活動數據因不易取得實際資料，故可參考PCR中的情境假設計算。各階段應收集的活動數據項目整理如圖五。

五、結語

隨著全球對氣候變遷的關注升溫，碳足跡盤查已成為各行各業邁向永續發展的重要工具。觀賞植物雖非傳統高碳排產業，但其生產過程中所涉及的能源使用、包材消耗與物流運輸，皆為潛在的溫室氣體排放來源。碳足跡不再只是環保口號，而是每個人、每個產業都應該了解的實際行動指標。透過碳足跡盤查，可以更清楚掌握哪些地方可以改善，進而調整生產流程、降低能源使用，提升效率。對業者來說，主動盤查碳足跡，不僅有助於未來因應國內外的碳管理規範，更是展現企業責任與永續經營的重要一步。而對一般消費者而言，認識碳足跡，便是選擇友善環境產品的起點。每一個行動的背後，都是改變的可能，從了解開始，讓綠色思維扎根在日常，一起為淨零未來盡一份力量。

六、參考文獻

中華民國國家溫室氣體清冊報告2021、2024。

施雅惠 林旻頡 陳琦玲:2021。因應 2050 淨零排放農業部門減排策略初擬。技術服務季刊:128:1-6。

經濟部產業發展屬產業節能減碳資訊網。觀賞植物產品類別規則第1.0版。行政院環境保護署核准日期：2023.07.28。

編啟：本文作者原服務於本所花卉分所，因農業部組織統整，花卉分所已於114年9月1日正式掛牌為直屬農業部的四級機構「花卉創新園區研究發展中心(簡稱花創中心)」。

圖五、觀賞植物生命週期各階段應收集活動數據項目。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

臺灣植物性飲食的未來趨勢：消費者調查與產品開發探索

農試所遺傳生技組 劉威廷　產服中心 莊凱恩

一、前言

「植物性飲食（plant-based diet）」泛指在風味、功能性、營養性方面能替代動物來源的食品，舉凡植物肉、植物奶、植物蛋等。相較過去常見以「素食（vegetarian）」指稱這些動物替代產品，其概念意涵傾向排除肉類，且具有宗教戒律、樸素、簡單等聯想。而植物性飲食的概念則為囊括植物來源食品，較有多元、彈性、健康之意向，並且在環保永續趨勢下，也使其受到前所未有的關注。不過考量用語習慣及相關描述，以上二種詞彙皆於本文中使用。

近年來，全球植物性飲食產品市場呈現快速成長，根據市場分析預測報告，2030年全球植物性飲食零售市場規模將超越1,600億美元，極具發展潛力。成長趨勢主要受到環境永續、健康飲食及動物福祉等多重因素推動，尤其降低食物供應鏈碳排更受到各界重視。聯合國氣候變遷專門委員會的研究指出，以植物性飲食替代肉類能顯著減少碳排放，基於這些效益，全球企業及政府紛紛投入資源推動相關產業發展，如美國泰森食品（Tyson Food）積極投資植物肉；臺灣大成食品斥資10億元開發植物肉產品；美商Eat Just則與Proterra合作，在新加坡設立亞洲最大植物蛋白生產基地。

植物性飲食市場需求的增長還帶動了大豆以外的其他作物，如豌豆、鷹嘴豆與扁豆等新興植物性蛋白作物的種植，並促進多元化發展。根據市場研究報告，2021年全球植物乾酪（plant-based cheese, vegan cheese）總銷售額達2.91億美元，三年間成長率高達85%，多家企業如美國的PURIS公司及加拿大的Daiya品牌，透過技術創新與農業合作，不斷推動植物乾酪市場的蓬勃發展，並完善相關供應鏈建設，加上西方飲食文化需求下，歐美國家的植物乾酪品項豐富、用途多元且創新（表一），除了模擬常見的乾酪外，甚至有泡菜口味的醃漬乾酪（最右欄），這些乾酪適合各種使用場景，以滿足不同需求的消費者。植物乾酪的製作原料除了植物蛋白主要來源的豆類外，考量風味與質地還包含椰子油、樹薯澱粉、發酵燕麥奶、大豆蛋白、豆腐、腰果等，也展現出植物乾酪的新穎性與多樣性。

作　　者：劉威廷助理研究員
連絡電話：04-23317333

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0006

而在臺灣，早期的素食文化發展與宗教密切相關，佛教、道教等信仰對素食的推廣具有關鍵作用，使得素食者比例顯著高於全球平均，約占全人口的13%（包含彈性素食）。宗教教義強調戒殺護生及慈悲理念，不僅深刻影響了臺灣民眾的飲食選擇，也促使素食文化在日常生活中紮根。然而受宗教戒律的影響，避免食用五辛（蔥、蒜、韮、洋蔥及蕗蕎等食材），加上對於乳及蛋製品並不完全忌諱，也使臺灣的植物性飲食具有獨特的面貌：將屬於植物的五辛排除在素食範疇，而動物來源的乳及蛋則被視為素食的一部分，因此經常可見含蛋、奶的素食產品，甚至在一般情況下，若未表達明確需求時，「素食」也經常被預設為是「蛋奶素」。

上述現象在一定程度上也限縮了臺灣素食產業發展，使得五辛素產品較為少見，加上飲食文化中較少食用乾酪，相對於西方植物性飲食發展趨勢而言，植物乾酪在臺灣也非常少見。不過近年來隨著健康意識抬頭與環保議題的廣泛推廣，植物性食品的吸引力已超越宗教範疇，逐漸成為更多非素食者的選擇，進一步帶動「彈性素食」、「五辛素」甚至是植物性乳製品的消費趨勢，因此有必要瞭解植物性飲食在消費行為多元化之下，所帶來相關產品開發的可能性。本文透過一般消費者調查，瞭解臺灣植物性食品消費的可能樣貌，並藉此探索創新產品開發方向，以推動植物性食品在臺灣乃至全球市場的進一步成長與普及。

二、植物性食品消費者素食頻率與忌食食材

本文透過文獻回顧與專家討論設計調查問卷，以瞭解消費者在植物性產品方面的飲食習慣。調查共收集600份

表一、歐美植物乾酪產品表

品牌	Daiya	Violife	Miyoko's	Tofutti	Babybel	Palace Culture
產品外觀						
乾酪類型	奶油乾酪	莫札瑞拉乾酪絲	切達乾酪片	瑞可塔乾酪塊	艾登乾酪	醃漬乾酪
產品用途	塗抹吐司、貝果	製作披薩	夾吐司、麵包	搭配沙拉	點心、零食	點心、零食
主要成分	椰子油、樹薯澱粉、椰乳、豌豆蛋白、蔗糖、三仙膠等	椰子油、馬鈴薯澱粉、玉米澱粉、壓榨芥花油、海鹽等	發酵燕麥奶、椰子油、玉米澱粉、水、有機樹薯澱粉、海鹽、營養酵母等	水、棕櫚油、麥芽糊精、非基改大豆蛋白、豆腐、植物性乳酸、刺槐豆膠等	水、修飾澱粉、椰子油、檸檬酸鈣、鹽、天然香料、檸檬酸、β-胡蘿蔔等	腰果、水、泡菜汁、椰奶、辣椒、海鹽等
產地	加拿大	希臘	美國	美國	美國	英國

資料來源：圖片及資訊取自品牌網站或電商平台。

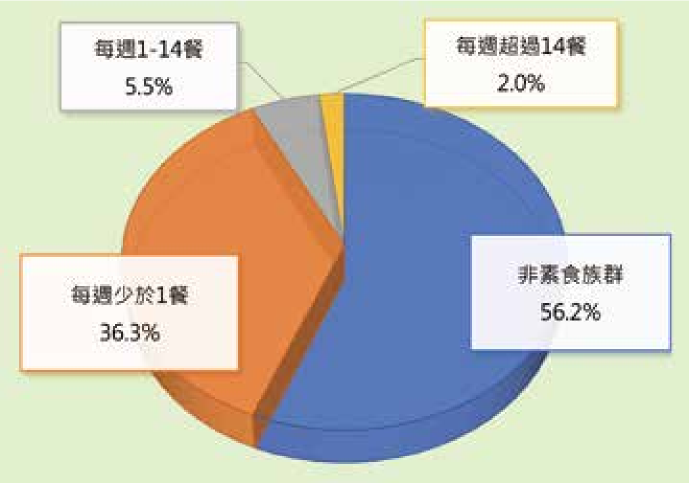
DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0006

樣本，採分層抽樣，以人口統計變數年齡、性別與地區作為分配依據，並由專業市調公司透過網路問卷執行。

根據調查結果，有過半數消費者可能曾接觸植物性產品，但不具有固定食用的習慣，因此可歸類為非素食族群（圖一），其餘依食用素食餐點次數多寡（素食頻率）可再分每週少於1餐(36.3%)、每週1-14餐(5.5%)以及每週超過14餐(2.0%)，合計有43.8%的受訪消費者有使用植物性產品的習慣。

在文化飲食脈絡影響下，素食又可細分為五辛素、蛋奶素，甚至是海鮮素等，為了瞭解消費者選擇素食時，本身對於素食的定義為何，因此調查採取素食餐點時，忌食的食材有哪些。調查結果顯示有35.7%的受訪者忌食乳類及其製品，可見乳類的植物性替代品仍有一定數量受眾，應具有發展空間；忌食蛋及其製品的受訪者則較少，有16.7%；忌食五辛者則有64.6%，但也表示仍有36.4%受訪者採用素食時並不在意餐點中有五辛；低於1成的受訪者則仍會食用某些肉類，可能是彈性素或海鮮素族群。皆不食用的全素食者(vegan)則僅佔4.6%。

為了進一步瞭解受訪者接觸植物性產品類型與素食頻率間之關連性，調查不同素食頻率族群中，在近3個月曾經食用特定植物性產品之受訪者百分比（表二）。結果顯示，素食頻率越高的受訪者有越高的比例曾食用過素肉、植物肉、植物奶等產品，有趣的是，高素



圖一、受訪消費者「素食頻率」分群之圓餅圖。資料來源：本研究調查整理。

表二、不同素食頻率族群曾食用植物性產品之受訪者比例（%）分析表

植物性產品	每週超過14餐 (n = 12，2.0%)	每週7-14餐 (n = 33，5.5%)	每週少於7餐 (n = 218，36.3%)	非素食族群 (n = 337，56.2%)	總計 (n = 600，100%)
植物奶 (如燕麥、堅果奶)	58.3	48.5	51.8	38.0	44.0
素肉 (傳統豆製品)	75.0	69.7	57.8	29.7	43.0
植物肉 (人造肉、未來肉)	50.0	21.2	28.4	10.7	18.5
植物乾酪	0.0	15.2	12.4	3.6	7.3
以上都沒有	8.3	15.2	11.5	43.3	29.5

資料來源：本研究調查整理。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0006

食頻率（每週14餐以上）的受訪者中皆未曾食用過植物乾酪，可能同樣是受到宗教素不忌食乳製品影響，因此沒有食用替代產品的需求，不過也有可能是本次調查以人口統計變數為分配依據，並未特別針對高素食頻率族群，因此該族群樣本數相對較少(12/600)。另一方面，非素食族群中也有三成左右曾食用過植物奶和植物肉，甚至有3.6%受訪者曾食用過植物乾酪，而素食頻率每週14餐以下的族群中，也有12.4至15.2%，整體而言，雖然只有7.3%的受訪者曾食用過植物乾酪，但也顯示植物乾酪為新興待開發的植物性產品市場。

三、未來探索方向

近年來，植物性飲食市場快速成長，連帶使全球企業和政府對植物性產品的投入增加。本文探討臺灣植物性食品市場現況，透過消費者調查，分析不同素食頻率族群的飲食選擇與需求。從調查結果中得知，雖然大多數消費者對植物性食品已有一定認識，但仍有許多消費者未將其納入日常飲食。然而，有越來越多消費者願意嘗試植物性食品，特別是植物奶，顯示出市場接受度正逐步提升，植物乾酪應與植物奶同樣具有發展潛力。當植物乾酪能成為新型態的乾酪產品時，其市場、產品特性與運用方式仍相當值得開發。

另一方面，雖然部分素食者仍依循傳統戒律，但仍有許多消費者在選擇植物性食品時更加彈性，不再受限於宗教因素，而是出於健康、環保或其他考量。此外，蔥蒜等五辛具有絕佳的提升風味作用，運用得宜時甚至可減少鹽、調味劑的用量。在植物性食品需求增加的趨勢下，消費者對於其風味、成分天然與否的要求也不斷提升，因此運用蔥、蒜、韭增味減鈉，以開發多元的五辛素產品，也十分值得深入探索。

未來，植物性產品的市場將更加多元化，如何透過技術與創新提升風味、質地與營養價值，將成為進一步推廣的關鍵。同時，透過市場調查，精準掌握消費者需求，並拋開過去對於「素食」的各種包袱與成見，推動植物性食品的各種面向，開發更具吸引力的產品，以進一步促進健康、環保與永續飲食文化的實踐。

四、參考文獻

Short, E. C., Kinchla, A. J., & Nolden, A. A. (2021). Plant-based cheeses: A systematic review of sensory evaluation studies and strategies to increase consumer acceptance. Foods, 10(4). https://doi.org/10.3390/foods10040725

Formanski, K. (2022). 2021 State of the Industry Report - Plant-based meat, seafood, eggs, and dairy. 1–89. Retrieved from https://gfi.org/resource/plant-based-meat-eggs-and-dairy-state-of-the-industry-report/

Bartashus, J., & Srinivasan, G. (2021). Bloomberg Intelligence: Data-Driven Research. Bloomberg Intelligence, 1–18.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0006

哥斯大黎加鳳梨產業參訪心得

農試所嘉義分所 官青杉 李柔誼

一、前言

鳳梨為臺灣年出口量值均高的水果品項之一，多年來產銷學研及行政團隊皆致力推動產業鏈的各項建設與發展；然近5年因全球貿易放緩等經濟局勢改變，衝擊國際貿易獲利水準，不利水果外銷產業競爭力。為永續發展國際水果貿易產業，不僅需快速且靈活調整經營策略，亦需隨時補足相關缺口，例如為降低單位面積生產成本，漸次呈現採用大面積經營模式之趨勢，除需即時精進栽培管理技術外，更需依據世界潮流接軌國際標準化之採收後處理模式、建置大型包裝集貨場與執行配套營運管理；此外，妥適的出貨流程及切實管控等相關技術亦均有其急迫性。為借鏡世界第一大生產及出口國-哥斯大黎加的鮮食鳳梨經營概況，本文整理哥國相關生產與包裝集貨場運作模式，期能提供相關產業從業人員參考。

二、哥國農業及鳳梨產業發展概況

(一)農業生產概況

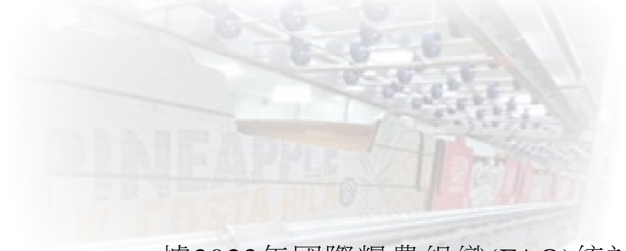
哥斯大黎加位於中美洲，多數國土地處熱帶氣候區，部分位於亞熱帶。平均年降雨量約2,000毫米，平均氣溫介於17℃-28℃，有明顯的旱季(12至4月)及雨季(5至11月)。國境中部為高山地區，但沿海多為平原，土壤肥沃，適宜多種作物栽培。哥斯大黎加極重視農業，農業產值占GDP比重約5%。香蕉、鳳梨、咖啡及蔗糖為外銷主力農產品，以2021年賺取外匯為例，香蕉約10.3億美元，鳳梨約10.1億美元，而咖啡亦達3.2億美元，其中鳳梨主要出口市場為美國、歐盟及加拿大。

(二)鳳梨生產概況

哥斯大黎加鳳梨生產始於1970年代，主要供應國內鮮食及加工，1980年代開始種植開英種鳳梨並有鮮果出口，以Cayena Lisa和Champaca為主要品種。1990年代由Del Monte引進73-50及73-114等品系試種，最後確定73-114品系在當地表現良好，當地稱為黃金鳳梨(Piña Golden)，即國際鳳梨鮮果貿易主力品種MD2。

作　者：官青杉副研究員
連絡電話：05-2771341-3133

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0007



據2023年國際糧農組織(FAO)統計資料顯示，全球鳳梨產量29,636,619公噸，哥斯大黎加之年產量為世界第三，約2,937,807公噸(占9.9%)，臺灣產量約375,144公噸(僅占1.3%)；全球鮮食鳳梨出口量3,612,141公噸，哥斯大黎加之出口量世界第一，約2,113,998公噸(占58.5%)，臺灣約17,038公噸(占0.5%)。依據哥國農業部所屬（SEPSA）資料，鳳梨生產分佈於北部地區、太平洋沿岸和大西洋沿岸等3大區域，集中分佈於農村地區，農場及包裝場勞力則多來自鄰國尼加拉瓜。

三、哥國的大型鳳梨農場與包裝集貨場

哥斯大黎加是國際大型農產出口國之一，生產與集貨包裝均採高度機械化管理方式，尤其是鮮食鳳梨主要外銷至美國、歐盟及加拿大等，向來以提供高品質果實著稱。其產業鏈之相關設施和運作模式處處可見精心規劃與運用現代化技術之巧思，一切以確保產品品質及未來持續性發展為營運指標。相關安排與設施不僅可提升後續物流效率，亦提高鳳梨果實在進入國際市場時能符合進口國的食品安全標準。本文整理數家國際型場域之運作方式與可供參考之重點如下：

(一) Del monte

成立於1886年，與Dole (都樂)齊名，於國際上互為競爭關係，也是早期大型植物性食品供應公司之一，擁有多個品牌組合 (例如Del Monte®、Contadina®、College Inn®、Joyba®、Kitchen Basics®、Root Organics™和S&W®)，各有經營特點。Del Monte®在哥國利蒙省計有10個農場及包裝場，分散在埃雷迪亞、利蒙、蓬塔雷納斯及聖荷西等區域，所供應之果實原料均產自自有農場。一般單一農場加集貨場域規模占地約1.1公頃，包裝場域約0.26公頃，所有包裝場內部均禁止拍照，保防觀念甚為嚴格。

(二) Fruitpoint Costa Rica

1. 公司簡介

公司總部設於荷蘭，對哥國而言為外商公司，該公司發展除產品生產及商業化之外，更關注良好農業實踐與關懷生態環境。

2.場域經營模式可供參考之重點

該公司旗下位於哥國阿拉胡艾拉省的鳳梨農場及包裝集貨場，占地約0.7公頃，共設置0.31公頃設施。其特色為鳳梨果實均為自有農場生產，採後果實以黃色集貨斗運輸，並利用不同編號以溯源至農地上之小分區，可記錄產量及品質等相關資訊。為降低包裝場汙染風險，進入包裝場之人員需進行工作鞋清潔，果實清潔池配備自動向前撥動裝置，可節省作業人力。選別線上標示果實規格資訊，分有冠芽果實5至10粒裝共6級(果重1,020g至2,720g)，以及不帶冠芽果實分5級(果重1,250g至2,400g)，此外，果實上蠟方式採用噴霧式而非常見的淋

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0007

洗式，且包裝場全區採用數位化監控系統，智慧化程度較高。

(三) Fyffes

1. 公司簡介

為一營運超過130年的大型跨國企業，主力商品為香蕉、鳳梨和甜瓜等農產品，涵蓋生產、採購、運輸、催熟及行銷等。該公司與中美洲及南美洲的生產者建立堅固及長期的夥伴關係已超過50年，公司宗旨為具備領先業界之技術、高效率生產及確保品質一致性等，單一集貨包裝場域營運規模較為龐大。

2. 場域經營模式可供參考之重點

該公司旗下位於哥國阿拉胡艾拉省之鳳梨農場及包裝場總規模約2.5公頃，包裝場面積0.75公頃。其特色為果實來源不但有自家農場所生產者，亦有來自契作農戶者，果實運輸係利用標準化的集貨斗進行，並採用大型地磅站以快速取得進貨重量，並要求提供完整供果園資訊及品質抽查資料。作業時利用大型水槽進行肉聲果及鼓聲果選別與消毒，進入包裝產線過程共執行兩次剔除不合格果之操作，且分級設備除重量外，再另行增加果實外觀判別(圖一)，並以機械手臂自動上棧板及自動束帶機進行打包等。包裝後之果實進入側吸式壓差預冷設備及移動式暫存貨架以提高作業效率及加快產品冷卻速度。

圖一、果實外觀品質採用影像判別。

(四) Nicoverde S.A

1. 公司簡介

為一跨國企業，於哥國之負責人為Jorge Sánchez Ualte，公司近年於哥國Del Campo al Plato 專案創意競賽獲獎，以減少施用化學物質，確保鳳梨永續生產及生物多樣性、品質和健康為宗旨。

2. 場域經營模式可供參考之重點

該公司旗下位於哥國阿拉胡艾拉省的鳳梨農場及包裝集貨場，占地約1公頃，包裝場面積0.27公頃，作業區內有鳳梨分級包裝動線1條及備用動線1條。主要特色為水洗消毒作業時，利用集貨斗上之編號同步收集農場分區產量及品質；契作農戶在粗分級後以塑膠籃運送至包裝場，包裝過程抽樣檢測果實成熟度及品質(圖二)。紙箱由2樓向下輸送，因高差不足於軌道上裝設滾輪(圖三)，以節省2樓空間，而自動摺箱機則裝設於1樓。

(五) Transunion Fresh Corp

1. 公司簡介

創辦人為Helmut Zeune，該公司的農場及集貨包裝場占地1,620公頃並獲雨林聯盟認證，以1:2比例保護與耕地相當的雨林面積，所生產之鳳梨鮮果主要銷售美國市場。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0007

2. 場域經營模式可供參考之重點

該公司旗下位於哥國埃雷迪亞省的鳳梨農場與包裝集貨場，總面積約1公頃，包裝場面積0.32公頃，作業區內有鳳梨分級包裝動線1條及備用動線1條。主要特色為利用地磅站快速收集農場小區產量，以客製化鐵製或塑膠貨斗運輸果實，且在進入選別動線前先抽驗測定果實品質。包裝資材室位於2樓，利用高度落差供應包裝紙箱，果實共分10等級。包裝流程除人工棧板作業外，亦設有平臺式自動棧板作業(圖四)設備以節省人力。另收集選別過程切除之冠芽，作為田間繁殖種苗。

四、結語

哥斯大黎加為全球鮮食鳳梨出口量居冠的農業大國，其鳳梨果園栽培管理及集貨包裝場運作，均採高度機械化之方式，減輕哥國缺乏農村勞力之困境。特別值得吾人借鏡的重點是鳳梨生產及商品化，均朝向集團化與機械化方向發展，所有整地、施肥、噴藥、灌溉及採收集貨等，均以大型農機進行；且其鳳梨果實包裝集貨場的軟硬體設施與運作模式，確有穩定果實品質及延長櫥架期之效益。現今我國同樣面臨農村人力缺乏與勞動力老化之問題，故集團化與機械化特別值得臺灣外銷供果體系借鏡。惟哥國栽培品種為MD2，其商品特性與臺灣外銷主力品種台農17號有所差異，倘引進設備是否符合使用，需進一步探討。

圖二、分級過程進行果實成熟度抽檢。

圖三、鳳梨箱平時貯放於2樓，包裝作業時向樓下輸送，於軌道加裝滾輪可克服樓層高差不足。

圖四、為節省包裝作業人力負荷，於包裝流程設置平臺式自動棧板打包設備。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0007

農試所研發加速健康種薑技術
與農民共創新「薑」來

本所114年7月1日新聞稿

農試所遺傳生技組 游舜期 陳述

為解決我國薑產業長期面臨的問題，農業部農業試驗所組成團隊，集結組織培養、植物病理、微生物、採後處理等方面的專家，提供「薑」來栽培新解方。114年度首先推出「種薑促成生產技術套組」，結合專用組織培養與栽培介質，採離地袋植方式生產無病健康種薑，不僅具備高增殖率、短馴化期與超過九成的高存活率，更可於1年內生產達銷售規格的種薑，實現全年穩定供應，強化產業基礎。在採後處理與貯運技術方面更有所突破，成功延長薑保鮮期，提升外銷競爭力；透過結合有益微生物配方，強化薑苗抗病力、促進根系發育並提高產量，提升整體產業生產效益。

農試所說明，臺灣薑主要品種為「廣東薑」與「竹薑」，栽培面積約860公頃，年產量約2.4萬公噸。傳統慣行以種薑(根莖)繁殖，易因種薑帶菌增加栽培期間發生青枯病、軟腐病與根瘤線蟲等病害的機會，需大量投入防治用藥，使部分薑農轉移至海拔1,000公尺左右之山坡地，藉由低溫及利用新生地種植以減少病蟲害與連作障礙的發生；外銷嫩薑亦因產期集中且貯存不易，經常面臨產銷失衡的困境。

為從根本解決種薑帶菌問題，農試所首先研發「種薑促成生產技術」，運用組織培養不僅可避免病原菌感染，產出健康種薑，更可規劃全年性生產，調節產期與供應。該技術皆適用於廣東薑與竹薑，並優化種薑育成流程，可增加組培瓶苗增殖率達5倍，出瓶前關鍵培養基處理為2個月、出瓶苗馴化期2個月，存活率更超過90%，再搭配特定栽培介質於平地設施中離地袋植，約6~8個月即可達市售種薑採收規格。為完善薑產業供應鏈並拓展外銷市場，該所也針對薑採後處理與保鮮技術提出精進作法，讓不易保鮮的嫩薑，在經過21天的模擬貯運後仍保有良好外觀與風味，大幅提高嫩薑的外銷潛力。

農試所補充，為延續健康種薑生產效益，透過多年篩選與試驗，研發益生菌配方，幫助生育過程中的薑對抗生物與環境逆境，已獲初步成果。

農試所最後指出，這一系列創新技術將為臺灣薑產業帶來變革，能有效解決生產困境，提升產品價值與國際競爭力，該所作為薑產業發展最堅實的後盾，相信必定能與農民攜手共創新「薑」來。

作　　者：游舜期助理研究員
連絡電話：04-23317326

農研領航 續創新猷
農業部技監王仕賢博士接任農業試驗所所長

農業部農業試驗所於7月16日舉行新任所長就職及宣誓典禮，原任所長林學詩於本年7月16日屆齡退休，遺缺由現任農業部技監王仕賢陞任，接掌我國農業科研重鎮，領航農業科技再進化。

農業部陳駿季部長極為重視農業科研發展，親自蒞臨農試所監交，陳部長致詞時表示，六年前他交棒給林學詩所長，特別感謝林所長多年來的卓越領導與奉獻。林所長長年深耕農業科研，成果卓著，在其引領下，農試所展現出嶄新風貌，成果斐然，深獲各界肯定，謹致上最誠摯的敬意與謝意。如今，也迎來一位同樣具備遠見與實力的新所長—王仕賢，帶領農試所繼續向前邁進。

王仕賢所長為國立中興大學園藝碩士、美國伊利諾大學園藝博士，長年

▲ 農業部陳駿季部長蒞臨農試所監交(中)。

▲ 新任王仕賢所長強調未來將在既有基礎上深化與大學、改良場及產業界的聯盟合作。

深耕農業研發與制度推動，歷任臺東區農業改良場副場長、臺南區農業改良場場長、農委會(現農業部)科技處處長、農業部技監，累積豐厚的研究經驗與政策整合能力，為最適合擔任農業試驗所所長的人選。新任王所長首先感謝部長的厚愛，給予這個機會擔任農業試驗所所長，內心非常感激，也感受到沉甸甸的責任。農試所在歷任所長，特別是林學詩所長卓越領導下，各項業務運作順暢，是我國農糧研究的核心機構。農試所不僅與區域改良場各有分工，更在國際合作、國家種原庫、育成中心及土壤與菇菌研究上扮演關鍵角色。

王所長更特別感謝張武男老師與世界蔬菜中心的培育，讓他從研究初期就深刻體認團隊合作的重要性。在科技處任職期間，也積極推動新進教師與研究單位的協作，希望讓技術與產業需求接軌。而農試所從設施栽培到育成基地訓練青農，再到鳳梨與甘藷等產業的整合運用，都展現農試所「落實於產業」的研究價值與影響力。王所長強調，未來將在既有基礎上，深化與大學、改良場及產業界的聯盟合作，強化跨部會資源整合，朝部長所期許的「產業全方位技術方案提供者」的目標邁進。今年11月農試所將迎來130週年所慶，誠摯邀請各位再次蒞臨指導，讓我們一起見證農業科研的新頁。

資料提供：人事室 產服中心

農業部花卉創新園區研究發展中心揭牌成立

國內首創以研發帶動產業升級，強化臺灣花卉國際競爭力

臺灣花卉產業具備國際競爭力，為外銷攻擊型農產業代表，面對荷蘭、日本、中國及越南等國家的技術與品牌優勢，臺灣花卉產業亟需透過政策引導與創新科技，加速升級轉型，以維持競爭力。為此，農業部於9月1日正式成立「花卉創新園區研究發展中心」(以下簡稱花創中心)，同時也舉行花創中心戴廷恩主任布達典禮，並由陳駿季部長親自揭牌，開啟產業轉型升級的新里程碑。

陳駿季部長致詞表示，「花創中心是全國第一個將科技研發單位結合產業園區的案例，期許中心能成為臺灣花卉產業發展的旗艦基地！」他強調，花創中心的設立不僅是服務、技術及空間的升級，更是臺灣花卉產業朝向高值化、智慧化與國際化全面轉型發展的關鍵起點，同時也呼應賴清德總統「讓世界欣賞臺灣花卉之美，也讓世界看見臺灣之美」的高度期許。陳駿季部長指出，在服務與技術升級方面，花創中心的核心定位為「以產業需求為導向，以研發帶動產業發展」，提供從上游到下游的一站式整合服務，未來也將深化產官學研合作技術落地，推動園區循環經濟與綠色轉型，逐步建構具國際競爭力的花卉科技產業聚落。

農業部說明，在空間升級部分，臺灣蘭花生物科技園區(以下簡稱蘭花園區)自92年起規劃設立，迄今已逾20年，成功奠定臺灣蘭花產業的國際聲望。113年我國花卉外銷總金額約新臺幣65億，其中蘭科植物外銷產值就近60億，占花卉外銷的9成以上。然而，隨著全球市場快速變動，以種苗為核心的競爭優勢已逐漸式微，園區亦面臨設施老化、生產空間飽和等瓶頸。農業部於112年正式接管蘭花園區後，即積極評估未來發展藍圖，並於114年提報「花卉產業創新園區」中長程公共建設計畫(114至121年)，獲行政院原則同意推動，進而據以成立花創中心，以承擔提升臺灣花卉產業與促進永續發展之關鍵角色。

▲ 農業部於9月1日正式成立「花卉創新園區研究發展中心」(簡稱花創中心)，並舉行花創中心戴廷恩主任布達典禮。

花創中心為直屬農業部的四級機構，將統整蘭花園區及農業試驗所花卉試驗分所資源，打造兼具研發功能與產業推動任務之專責單位。該中心將系統性整合包括產業研發、沙盒試驗、技術驗證、產業服務與園區經營等資源，強化從育種、生產、採後處理、冷鏈物流到行銷的全鏈結技術支援，協助業者導入自動化、智慧化與低碳生產體系，以提升整體生產效率與品質穩定性，並有效因應氣候變遷及國際市場挑戰。期許未來在產官學研的共同努力下，能讓我國花卉產業邁向下一個里程碑，讓世界看見臺灣花卉之美。

資料提供：農業部花創中心

9 771017 086004
技術服務季刊
學術典藏
GPN：2007900008
定價：NT$50